



TARTU RIIKLIKU ÕLIKOOLI TOIMETISED
УЧЕННЫЕ ЗАПИСКИ
ТАРТУСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

ALUSTATUD 1893. a.

VIINIK 101 ВЫПУСК

ОСНОВАНЫ в 1893 г.

БОТААНИКА-ALASED TÖÖD
ТРУДЫ ПО БОТАНИКЕ

V

TAIMEFÜSIOLOOGIA-ALASEID TÖID
ТРУДЫ ПО ФИЗИОЛОГИИ РАСТЕНИЙ



ТАРТУ 1961

TARTU RIIKLIKU ÜLIKOOLI TOIMETISED
УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ
ТАРТУСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
ALUSTATUD 1893. a. VIINIK 101 ВЫПУСК ОСНОВАНЫ В 1893 г.

БОТААНИКА-АЛАСЕД ТÖÖД
ТРУДЫ ПО БОТАНИКЕ

V

ТАИМЕFÜSIOLOOGIA-АLASEID ТÖИD
ТРУДЫ ПО ФИЗИОЛОГИИ РАСТЕНИЙ

ТАРТУ 1961

Redaktsioonikolleegium:

P. Alles, O. Mihhailov, A. Perk (vast. toimetaja), H. Trass ja A. Vaga .

Редакционная коллегия:

П. Аллес, О. Михайлов, А. Перк (отв. редактор), Х. Трасс и А. Вага .

К ХАРАКТЕРИСТИКЕ ФАЗ ПЕРИОДА ПОКОЯ У ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД

Канд. биол. наук А. Перк и Р. Пийр

Проблема периода покоя растений издавна привлекает внимание многочисленных исследователей. В нашей стране особенное возрастание интереса к изучению периода покоя наблюдается в последнее время в связи с назревшей необходимостью разрешения ряда важнейших вопросов теоретического и прикладного значения. В настоящее время является вполне очевидным, что без выяснения сущности периода покоя, раскрытия причин, обуславливающих его, затрудняется создание материалистической теории онтогенеза многолетних древесных растений.

Для садоводческой и лесоводческой практики чрезвычайно важно знать, когда плодовые культуры и древесные породы находятся в состоянии покоя, так как в это время можно применять соответствующие агроприемы и другие воздействия на растения в целях ускорения вызревания побегов и процессов закалки к неблагоприятным осенне-зимним и ранне-весенним условиям без опасения стимулировать их к росту. С переходом растений в покоящееся состояние усиливается устойчивость их тканей против неблагоприятных условий климата. Поэтому важно уметь регулировать сроки вхождения растений в покой и его продолжительность, что, в свою очередь, зависит от знания причин ритмичности роста. Управление ритмом роста растений является также первостепенной задачей при осуществлении успешной акклиматизации их. В работах по акклиматизации на первом месте стоит задача изучения годичного ритма развития и роста опытных растений (Артюшенко и др., 1955).

Среди древесно-кустарниковой растительности нашей умеренно-холодной зоны менее изученным остается период покоя у произрастающих в лесах и разводимых в парках древесных пород. В связи с этим наблюдаются не единичные случаи в научной литературе, когда говорят о состоянии покоя древесных растений без того, чтобы опытным путем были установлены его основные показатели: продолжительность периода покоя в целом

и отдельных его фаз, глубина их и т. д. Такое обстоятельство является одним из источников противоречивости наших представлений о сущности и значении периода покоя в жизни древесной растительности.

Исходя из указанных мотивов, авторами настоящей статьи в течение двух лет проводилось изучение периода покоя у основных видов древесных пород. Всего под наблюдение были взяты представители 16 видов: желтая акация (*Caragana arborescens*), береза бородавчатая (*Betula verrucosa*), дуб черешчатый (*Quercus robur*), жимолость лесная (*Lonicera xylosteum*), вяз шершавый (*Ulmus scabra*), клен остролистный (*Acer platanoides*), клен ясенелистный (*A. negundo*), лещина обыкновенная (*Corylus avellana*), каштан конский (*Aesculus hippocastanum*), ольха серая (*Alnus incana*), осина (*Populus tremula*), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia*), сирень обыкновенная (*Syringa vulgaris*), смородина обыкновенная (*Ribes vulgare*), черемуха обыкновенная (*Padus racemosa*) и ясень обыкновенный (*Fraxinus excelsior*). Для определения продолжительности периода покоя в целом и отдельных его фаз у опытных растений пользовались двумя методами — полевым и лабораторным. Полевой метод дает наиболее достоверные данные о зависимости пробуждения почек от сроков удаления листьев. Для этого у опытных растений в различные календарные сроки — не менее двух раз в месяц — производилось полное обрывание листьев. При лабораторном методе, также обычно не менее двух раз в месяц, срезались трехлетние ветви и переносились в теплое помещение или в лабораторию, где они помещались концами в банки с водой. Температура в помещении поддерживалась в пределах 12—20° С. Обновление срезов производилось каждую неделю, а смена воды в банках — два раза в неделю. Лабораторный метод остается до сих пор единственным способом определения потенциальной способности растений к росту в то время, когда естественные условия для этого являются неблагоприятными. Несмотря на доступность использования, лабораторный метод не лишен недостатков, из которых основным следует считать то, что обычно приходится пользоваться не целым растением, а изолированными от него частями.

Наблюдения за состоянием почек на ветках каждой пробы проводилось систематически на протяжении не менее 90—100 дней. Опыты были начаты в 1957 году в Тарту, а в следующем 1958 году они проводились параллельно также в Антсла Выруского района. Основные результаты опытов приведены в табл. 1 и 2. Приведенные в табл. 1 данные обозначают продолжительность в днях того периода, который требовался для пробуждения первыми трогающихся в рост почек на побегах. В табл. 2 интенсивность пробуждения почек приведена в виде показателя, полученного от деления количества пробудившихся почек на потребное для этого количество дней. Чем меньше величина

Таблица 1

Продолжительность периода (в днях), необходимого для пробуждения первыми трогающихся в рост
вегетативных почек на побегах у древесных пород

| Сроки взятия проб | | Клен острол. | | Береза бородав. | | Рябина обыкновен. | | Вяз шершав. | | Сирень обыкновен. | Дуб череш. | Лещина обыкновен. | Черемуха обыкновен. | Ольха серая | Осина | Жимолость лесная | Смородина обыкновен. |
|----------------------|----|-----------------|---------|--------------------|---------|----------------------|---------|----------------|---------|----------------------|---------------|----------------------|------------------------|----------------|---------|---------------------|-------------------------|
| | | 1957/58 | 1958/59 | 1957/58 | 1958/59 | 1957/58 | 1958/59 | 1957/58 | 1958/59 | 1958/59 | 1958/59 | 1958/59 | 1958/59 | 1958/59 | 1958/59 | 1958/59 | 1958/59 |
| Июнь | I | 12 | 17 | 14 | 18 | 20 | 18 | 14 | 17 | 21 | 18 | 22 | 18 | 18 | 22 | 18 | 29 |
| | II | 16 | 12 | 16 | 16 | 16 | 17 | 15 | 15 | 17 | 16 | 19 | 0 | 18 | 20 | 21 | 21 |
| Июль | I | 13 | 22 | 11 | 14 | 19 | 16 | 0 | 16 | 18 | 6 | 0 | 0 | 20 | 6 | 19 | 0 |
| | II | 14 | 16 | 12 | 12 | 19 | 28 | 0 | 17 | 0 | 14 | 0 | 0 | 18 | 0 | 0 | 0 |
| Август | I | 27 | 0 | 20 | 0 | 28 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 27 | 0 | 0 | 0 |
| | II | 0 | 0 | 32 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Сентябрь | I | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | II | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Октябрь | I | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | II | 0 | 0 | 0 | 76 | 0 | 0 | 0 | 0 | 75 | 0 | 0 | 69 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ноябрь | I | 0 | 0 | 43 | 48 | 33 | 0 | 56 | 0 | 36 | 0 | 0 | 40 | 0 | 74 | 84 | 0 |
| | II | 0 | 0 | 28 | 40 | 52 | 51 | 82 | 0 | 25 | 64 | 76 | 36 | 58 | 56 | 38 | 0 |
| Декабрь | I | 39 | 0 | 15 | 22 | 27 | 31 | 32 | 73 | 12 | 50 | 44 | 28 | 56 | 30 | 17 | 29 |
| | II | 38 | 40 | 22 | 24 | 27 | 26 | 28 | 51 | 11 | 34 | 37 | 8 | 42 | 28 | 14 | 24 |
| Январь | I | 40 | 12 | 22 | 32 | 15 | 25 | 50 | 47 | 9 | 32 | 29 | 8 | 46 | 33 | 10 | 20 |
| | II | 38 | 37 | 20 | 20 | 20 | 19 | 29 | 32 | 7 | 14 | 15 | 8 | 41 | 30 | 9 | 16 |
| Февраль | I | 35 | 24 | 13 | 15 | 18 | 17 | 18 | 37 | 8 | 27 | 21 | 8 | 36 | 23 | 16 | 14 |
| | II | | 27 | | 19 | | 14 | | 28 | 6 | 22 | 13 | 4 | 23 | 18 | 7 | 12 |
| Март | I | 24 | 15 | 30 | 20 | 12 | 8 | 19 | 30 | 4 | 18 | 8 | 5 | 10 | 8 | 12 | 8 |
| | II | | 7 | | 8 | | 6 | | 24 | 3 | 16 | 7 | 3 | 9 | 19 | 5 | 9 |
| Апрель | I | | 6 | | 4 | | 4 | | 17 | 3 | 11 | 7 | 1 | 7 | 12 | 7 | 5 |

В таблице знаком «0» обозначены те случаи, когда пробуждения почек не наблюдалось.

Интенсивность пробуждения почек на различных фазах периода покоя
у древесных растений (по данным наблюдений в Тарту, 1958 г.)

| Опытные растения | Количество распутившихся почек, приходящихся на один день | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|---|------|--------|------|----------|----|---------|----|--------|----|---------|------|
| | Июль | | Август | | Сентябрь | | Октябрь | | Ноябрь | | Декабрь | |
| | I | II | I | II | I | II | I | II | I | II | I | II |
| Акация желтая | | | | 0,02 | | | | | 0,29 | | | |
| Береза бородавчатая | 1,29 | 2,32 | 0,6 | 0 | 0 | | | | | | 2,78 | 1,68 |
| Дуб черешчатый | | 0 | 0 | | | | | | 0,43 | | 0,57 | 0,28 |
| Клен остролистный | 0,11 | 0,09 | 0 | | | | | | 0,03 | | 0,03 | |
| Клен ясенелистный | 1,57 | 0,36 | 0 | | | | | | 0,02 | | 0,05 | |
| Каштан конский | 0,11 | 0,09 | 0,01 | | | | | | 0,24 | | 0,40 | 0,24 |
| Лещина обыкновенная | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | 0 | | 0,17 | |
| Ольха серая | 1,47 | 0,06 | 2,00 | 0 | 0 | | | | | | 0,49 | 0,69 |
| Осина | 0,41 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | 0,27 | 0,19 |
| Рябина обыкновенная | 0,06 | 0 | 0 | 0,01 | 0,01 | | | | 0,04 | | 0,33 | 0,31 |
| Сирень обыкновенная | | 0,07 | 0,09 | 0,03 | | | | | 0,28 | | 0,48 | 1,28 |
| Черемуха обыкновенная | | 0 | 0 | 0 | | | | | 0 | | 0,48 | |
| Ясень обыкновенный | | 0 | 0 | 0 | | | | | 0 | | 0,03 | |

В таблице оставленные пустыми графы обозначают то, что в эти сроки пробы не брались.

данного показателя, тем более глубоким следует признать покоящееся состояние растения.

Из приведенных в табл. 1 и 2 данных видно, что необходимое для пробуждения почек время в зависимости от сроков обрывания листьев или перенесения побегов для отрастания в теплое помещение не остается постоянным. Если о глубине покоя судить по продолжительности времени, необходимого для распускания почек, то нетрудно заметить, что вначале покой почек является неустойчивым, в дальнейшем усиливается, достигая в определенный период максимума, и затем снова уменьшается. Соответственно этому представляется возможным выделить несколько фаз или этапов периода покоя.

Начальная фаза покоя, которую принято называть предварительным покоем, охватывает период, в течение которого для распускания почек оказывается достаточно удаления листьев. У изученных древесных пород эта фаза покоя начинается с конца эмбрионального роста почек и заканчивается к середине или во второй половине лета.

Не все почки на побегах древесных пород одновременно входят в состояние покоя. Первыми впадают в покой боковые (пазушные) почки. В фазе предварительного покоя боковые почки удерживаются от несвоевременного пробуждения задерживающим влиянием, исходящим со стороны листьев. Поэтому достаточно в этой фазе у растений удалить листья или инактивировать листовую поверхность, чтобы вызвать распускание почек уже в год их заложения. Относительно природы задерживающего влияния листьев на характер ростовых процессов почек высказаны различные точки зрения. Предполагается, что материальными носителями этого влияния являются вещества гормональной природы (Досталь, 1956). Одним из авторов настоящей статьи (Перк, 1953; 1960) было показано, что листья оказывают влияние на характер роста почек также посредством регулирования их водного режима.

Позже боковых почек входит в состояние покоя верхушечная (терминальная) почка побега. С ее образованием и замыканием заканчивается также рост побега в длину, хотя рост в толщину может еще некоторое время продолжаться (Зёдинг, 1955). Причины, обуславливающие переход в состояние покоя верхушечной почки у побегов, изучены еще слабее, чем для боковых почек. Согласно теории коррелятивного торможения роста (Зёдинг, 1955) затухание во времени роста верхушечной почки и всего побега обуславливается тормозящим действием листьев.

Заложение почек и их кратковременный рост у деревьев происходит в период интенсивного роста побегов, когда листовая поверхность еще полностью не сформировалась и имеются особо благоприятные условия водоснабжения растений. Раннее заложение почек, которые должны нормально распуститься весной следующего года, на побегах деревьев следует рассматривать

как полезное свойство, так как почки являются теми резервными органами, за счет которых растения могут своевременно восстановить новую листовую поверхность взамен утраченной (вследствие градобития, поздних заморозков, поедания гусеницами и т. д.). Растения, не обладавшие такой способностью, имели меньше шансов на выживание. Исходя из указанного значения раннего заложения почек становится понятным, почему для растений оказалось полезным регулировать характер ростовых процессов почек посредством деятельности листового аппарата.

Как мы уже указывали, почки в состоянии предварительного покоя способны относительно легко пробуждаться и давать начало нормальным побегам без того, чтобы их предварительно нужно было подвергать действию пониженных температур. На этом этапе развития у растений для распускания почек нет потребности в пониженных температурах.

Продолжительность предварительного покоя, которая определяется временем, когда удалением листьев можно еще побудить почки к распусканию, у изученных нами древесных растений оказалась неодинаковой. Быстро растущие весной древесные породы (дуб, черемуха, жимолость, осина, ясень) имеют менее продолжительную фазу предварительного покоя, чем породы с продолжительным периодом роста побегов (береза, ольха, конский каштан, сирень). Взаимообусловленность продолжительности предварительного покоя почек и интенсивности роста побегов становится понятной, если учесть, что имеется тесная связь между размером рабочей поверхности листового полога дерева и его ростом. Все быстро растущие древесные породы, как правило, отличаются способностью к более ускоренному развитию листовой поверхности. Как указывает А. В. Гурский (1957), такие виды и формы древесных пород, как правило, относятся к крупнолистным и крупнохвойным, сложившимся к тому же в благоприятных по теплу и влаге климатических условиях.

По мере развертывания листовой поверхности и усиления иссушающего напряжения факторов внешней среды состояние покоя почек углубляется и они переходят в новое качественное состояние — в фазу глубокого покоя.

Состояние глубокого покоя приходится у бывших в наших опытах древесных пород в основном на сентябрь, а отчасти также на август и октябрь. У быстрорастущих древесных пород начало фазы глубокого покоя отмечается уже в июле. В фазе глубокого покоя в покоящемся состоянии, кроме почек, находятся и другие части побегов (Мороз, 1948). В этот период обрывание листьев, а также другие известные приемы прерывания покоя у растений оказываются мало эффективными. В состоянии глубокого покоя растения нельзя побудить к росту, предоставляя им даже самые благоприятные для вегетации условия. Внешне заметным образом наблюдаемый рост затухает, однако про-

цессы дифференцировки тканей усиливаются. Следовательно, происходят существенные сдвиги в характере использования вырабатываемых в растении пластических веществ. В фазе глубокого покоя у растений до осеннего листопада продолжается еще на довольно высоком уровне фотосинтетическая деятельность. Однако продукты фотосинтеза, не находя больше использования для ростовых процессов, откладываются в различных тканях в форме запасных веществ, из которых основным у древесных растений является крахмал. Основное значение затухания роста, по нашему мнению, и следует видеть в накоплении запасных веществ, необходимых как для развития достаточной устойчивости растений против неблагоприятных условий перезимовки, так и для последующей их успешной вегетации. Согласно данным К. Перетолчина (1904), осенний крахмальный максимум у листопадных древесных пород приурочен ко времени листопада, когда растения находятся в состоянии глубокого покоя. Накопление запасных веществ создает благоприятные возможности для усиления дифференцировки тканей, внешне проявляющейся в процессах вызревания побегов, а также в закладке зачатков генеративных органов. Если в фазе предварительного покоя при выгонке растений нам никогда не удавалось наблюдать цветения растений, то после прохождения глубокого покоя, например, у черемухи, сирени, желтой акации, первыми распускаются цветочные почки.

Приводятся различные причины, обуславливающие приостановку роста у растений в состоянии глубокого покоя: перегружение клеток запасными веществами (Васильев, 1956), изменение обмена веществ в сторону накопления гидрофобной природы веществ (Генкель и др., 1954), соответствующие сдвиги в активности ферментов и накоплении активирующих и тормозящих рост веществ (Молотковский, 1949; Кондо, 1955; Зёдинг, 1955). Такая разнородность во взглядах на причины глубокого покоя показывает на сложность этого явления в жизни растений и недостаточную изученность его.

Основное биологическое значение фазы глубокого покоя заключается в том, чтобы удерживать почки от прорастания в тот период, когда оно ничего, кроме вреда, не принесло бы растению. Слишком позднее пробуждение почек привело бы к непроизводительной трате питательных веществ и ослаблению растения. Поскольку внешние условия в этот период легко могут спровоцировать почки к пробуждению, то для растения оказалось необходимым предупреждать их несвоевременное прорастание внутренними факторами.

Неспособность к пробуждению почек в состоянии глубокого покоя у различных древесных пород не является одинаковой. Поэтому мы можем говорить о различной глубине фазы глубокого покоя. На основании ряда косвенных показателей можно предполагать, что фаза глубокого покоя у листопадных древес-

ных пород достигает своего максимума ко времени осеннего листопада. Породы с продолжительным покоем имеют обычно и более глубокий покой (ясень, черемуха, лещина). Относительно слабо выраженную глубину покоя имеют, согласно данным наших определений, сирень, береза, желтая акация.

Продолжительность фазы глубокого покоя определяется как биологическими особенностями растения, так и внешними условиями, среди которых ведущее значение принадлежит температуре. Для нормального прохождения глубокого покоя растения нуждаются в воздействии пониженных температур. Как степень понижения температуры, так и продолжительность воздействия оказываются у разных пород неодинаковыми. Согласно исследованиям Е. С. Мороз (1948)*, для большинства пород пониженные температуры (от 0° до 5°) требуются в течение 30—60 дней. В наиболее продолжительном охлаждении нуждаются почки бука, рябины, различных видов ясеней, кленов, ольхи, лещины. Чем раньше почки получают воздействие пониженных температур, тем это воздействие должно быть более продолжительным. Необходимое время воздействия также удлиняется, если температуры опускаются ниже нуля. Следовательно, продолжительность глубокого покоя при наличии оптимальных температурных условий будет меньше у той породы, которая нуждается в более кратковременном воздействии пониженных температур. С другой стороны, у одной и той же породы глубокий покой будет тем более продолжительным, чем позднее наступит период оптимальной пониженной температуры. Можно предполагать, что по мере приближения к зиме потребность растений в пониженных температурах усиливается.

Пониженные температуры являются ответственными за переход растений из состояния глубокого покоя в фазу т. н. «после покоя». Данный термин был предложен К. Перетолчиным еще в 1904 году, однако в работах последующих авторов он не нашел использования, хотя выделение указанной фазы при характеристике периода покоя растений является вполне обоснованным и в методическом отношении удобным. В фазу после покоя происходит снятие внутреннего торможения к пробуждению почек и их распускание ставится все в большую зависимость от условий окружающей среды. В этот период действительными оказываются все те приемы, которые используются для прерывания покоя у растений. Заканчивается фаза после покоя у наших древесных пород обычно к установлению устойчивой зимней погоды. С установлением устойчивой зимней погоды растениям даже с чисто энергетической стороны биологически нерационально сдерживать ростовые процессы внутренними причинами, поскольку установившиеся неблагоприятные условия внешней среды оказываются теперь для этого достаточными. Фазой после покоя заканчивается период органического или, как его некоторые авторы (Гужев, 1957) предлагают называть, биологического

покоя. После прохождения органического покоя растения в естественных условиях еще продолжительное время не приступают к вегетации и остаются в состоянии т. н. вынужденного покоя. Если в состоянии органического покоя, охватывающего фазы предварительного, глубокого и после покоя, определяющие непрорастание почек причины необходимо искать внутри самого растения, то в состоянии вынужденного покоя таковыми являются неблагоприятные для роста внешние условия. В состоянии вынужденного покоя достаточно растения перенести из естественных условий в теплое помещение, чтобы сравнительно быстро последовало распускание почек.

Можно предполагать, что эти неблагоприятные условия и вызванные ими сдвиги в обмене веществ и являются теми основными причинами, которые обуславливают переход растений из органического покоя в состояние вынужденного покоя. Среди внешних условий в этом отношении следует особо выделить температурный фактор. Многочисленные исследования показали, что с понижением температур в зимующих частях растений усиливаются гидролитические процессы (Руссов, 1882; Перетолчин, 1904; Пояркова, 1924; Туманов, 1940). Питательные вещества в растениях переводятся в более удобоусвояемую форму. У древесных пород основное запасное вещество — крахмал — превращается в сахар, а у некоторых пород также и в масло. Сахар и масло считаются защитными веществами, повышающими устойчивость растений против неблагоприятных условий зимовки. В осенне-зимний период накапливающие масло древесные породы (хвойные, липа, береза) развивают более высокую устойчивость, чем сахарофильные породы (дуб, клен и др.). С понижением температуры в растениях происходят и другие внутриклеточные изменения, повышающие их зимостойкость. Все эти изменения происходят на фоне состояния покоя растений, поскольку рост каким-то еще не выясненным образом не способствует устойчивости растений.

Несмотря на то, что состояние покоя и приобретение устойчивости — два тесно связанных между собой явления в жизни растений, однако они все же полностью не совпадают. Как показано рядом исследователей (Туманов, 1940; Васильев, 1956), одной приостановки в росте еще недостаточно для приобретения растениями необходимой устойчивости. Для этого необходимо, чтобы они не только своевременно вошли в состояние покоя, но смогли еще успешно пройти процессы закаливания. Как показывают данные наших определений, состояние органического покоя у изученных древесных пород заканчивается обычно к январю. Следовательно, в тот период, когда от растения требуется максимальная морозоустойчивость, оно уже может и не находиться в состоянии органического покоя или, по крайней мере, выходит из него. Максимальная устойчивость древесных растений и период их наиболее выраженного покоя —

фаза глубокого покоя, во времени не совпадают. Период органического покоя только частично покрывает период неблагоприятных для вегетации растений условий внешней среды. В заключение следует указать, что на основе имеющегося материала связь этих двух важных явлений в жизни растений — состояние покоя и устойчивости — может быть обрисована пока лишь в самых общих чертах. Необходимость дальнейшего углубленного изучения данного вопроса не вызывает сомнения.

В состоянии вынужденного покоя способность почек к распусканию в связи с изменениями внешних условий не остается постоянной. Способность почек к прорастанию в самое холодное время зимой более или менее стабилизируется и все более усиливается по мере приближения к весне. Значение вынужденного покоя для растений и происходящие при этом в их клетках изменения остаются до сих пор мало изученными. На основании имеющихся отдельных данных можно предполагать, что состояние вынужденного покоя необходимо древесным растениям, поскольку в этот предшествующий их вегетации период в почках совершаются наиболее интенсивно биохимические процессы. Ю. А. Цельникер (1953) показала, что накопление нуклеопротеидов, существенно необходимых для деятельности эмбриональных тканей, например, в почках яблони наиболее интенсивно происходит в конце зимы и ранней весной, т. е. когда они находятся в состоянии вынужденного покоя. Из исследований П. А. Генкеля с сотрудниками (1953, 1954) вытекает, что те внутриклеточные изменения (высокая вязкость, эластичность, слабая набухаемость, обособление протоплазмы), которыми рекомендуется пользоваться как косвенными показателями при диагностике растений на морозоустойчивость, имеют наибольшую выраженность у зимующих растений в самое холодное время. В соответствии с этим находятся данные исследований И. И. Туманова и О. А. Красавцева (1955), показавших, что в состоянии вынужденного покоя растения не теряют приобретенной устойчивости и она может даже повышаться, если только не имеют места благоприятные для вегетации условия. По данным указанных исследователей, например, в зимний период 1954/55 года деревья достигли максимальной морозостойкости 3 марта.

Состояние вынужденного покоя у древесных пород заканчивается распусканием почек весной. Сроки весеннего распускания почек у различных древесных пород не совпадают и находятся в значительной зависимости от температурного фактора. В подтверждение сказанному приводим данные наших наблюдений за скоростью распускания почек у побегов сирени и конского каштана, поставленных 20 декабря для отрастания в различные температурные условия (табл. 3).

При наблюдениях за скоростью весеннего пробуждения почек непосредственно в естественных условиях также отчетливо об-

Скорость пробуждения почек в зависимости от температуры

| Вид растения | Температура | Количество распустившихся почек | | | | | |
|----------------|-------------|---------------------------------|------|-------|-------|--------|--------|
| | | 25. XII | 3. I | 10. I | 7. II | 26. II | 7. III |
| Сирень | 20—26° | 3 | 18 | Все | | | |
| | 10—16° | 0 | 0 | 1 | 30 | | |
| | 4—6° | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 5 |
| Конский каштан | 20—26° | 0 | 0 | 5 | | | |
| | 10—16° | 0 | 0 | 0 | 2 | | 4 |
| | 4—6° | 0 | 0 | 0 | 0 | | 3 |

наруживается, что черемуха, сирень, лещина распускают почки несколько раньше, чем дуб, конский каштан, клен остролистный. Поскольку по степени сформированности вегетативных побегов в почках к осени наши древесные породы не различаются (Серебряков, 1952), то различия в сроках весеннего распускания почек в природе могут быть объяснены неодинаковой потребностью их во внешних условиях и, прежде всего, в температурном факторе. Следовательно, начало вегетации древесных пород определяется не продолжительностью органического покоя, как это обычно принято думать, а в основном различными потребностями почек для распускания в температурном факторе.

Таким образом, изучение периода покоя и связанных с ним вопросов позволяет прийти к заключению, что выработавшаяся у древесных и кустарниковых растений способность вступать в покоящееся состояние является биологически полезным свойством, предохраняющим их почки от несвоевременного прорастания. Своевременный переход древесных растений в состояние покоя является в условиях нашего умеренно-холодного климата также одной из необходимых предпосылок для успешной подготовки их к перезимовке, хотя эти два явления в жизни растений полностью не совпадают. Не все части растения одновременно впадают в покой. На побегах древесных пород первыми входят в покой боковые (пазушные) почки. Причины, удерживающие почки в покоящемся состоянии, закономерно меняются в зависимости от того, какую роль почки выполняют для растения на различных этапах его годичного цикла развития. Соответственно этому представляется обоснованным и в методическом отношении удобным разделение покоящегося состояния растений на несколько фаз. Состояние органического покоя, который авторы предлагают делить на фазы предварительного покоя, глубокого покоя и после покоя, обуславливается преимущественно внутренними причинами. В фазе предварительного покоя почки удерживаются от прорастания теми коррелятивными

взаимодействиями, которые возникают в процессе вегетации растений в системе «почка-кроющий лист». В этот период почки важны для растения в качестве резервных органов, за счет которых оно может своевременно восстановить новую листовую поверхность взамен утраченной. Поэтому для растения оказалось биологически целесообразнее регулировать характер ростовых процессов почек через деятельность листового аппарата. Определяющим фактором в этом отношении следует признать величину наличной листовой поверхности. Продолжительность фазы предварительного покоя и определяется тем временем, в течение которого удаление листовой поверхности еще может спровоцировать почки к распусканию. Фаза предварительного покоя приходится на ту часть вегетационного периода растений, когда при гибели листьев по тем или иным причинам восстановление новой листовой поверхности оказывается для них необходимым. На следующей фазе — в состоянии глубокого покоя, максимум которого у древесных пород падает на осенние месяцы (сентябрь, октябрь) — для растения целесообразно прочно удерживать почки от прорастания, поскольку последнее в этот период года ничего, кроме вреда, не может растению принести. В фазе глубокого покоя для пробуждения почек уже недостаточно одного только обрывания листьев; малоэффективными оказываются также и другие известные методы прерывания покоя у растений (теплые ванны, эфиризация и т. д.). Относительно природы сил, обуславливающих у растений состояние глубокого покоя, общей теории не существует, но высказаны весьма разнообразные точки зрения, что, несомненно, указывает на чрезвычайную сложность данного вопроса и на большое значение указанной фазы покоя в жизни растений. Основное биологическое значение фазы глубокого покоя, который наступает еще задолго до листопада, следует видеть в том, что вследствие задержки ростовых процессов и наличия благоприятных условий для фотосинтеза растение способно накопить в своих тканях известный резерв запасных веществ. Накопление запасных веществ способствует усилению дифференцировки тканей, внешне проявляющейся в процессах вызревания побегов, а также является одним из необходимых условий успешной закалки растений и обеспечивает успешность последующей вегетации растений. Фаза глубокого покоя у древесных пород во времени совпадает с первой фазой их закаливания. Для нормального прохождения фазы глубокого покоя древесно-кустарниковая растительность умеренного и умеренно-холодного климата требует воздействия пониженных температур. Если бы у растений в этот период не существовало потребности в пониженных температурах, то они могли бы преждевременно выйти из покоящегося состояния и вновь начать вегетацию до наступления неблагоприятных осенне-зимних условий, т. е. они оказались бы не подготовленными к зиме.

Можно предполагать, что пониженные температуры наряду с другими сдерживающими ростовые процессы факторами внешней среды являются ответственными за переход растений из состояния глубокого покоя в фазу после покоя. В этой фазе происходит ослабление внутреннего тормоза к росту и усиливается зависимость проявления ростовых процессов от условий внешней среды. По мере усиления напряжения неблагоприятных факторов внешней среды растение все более избавляется от необходимости затрачивать для сдерживания ростовых процессов внутреннюю энергию. В этот период вывести растения из состояния покоя значительно легче, чем это было на предыдущей фазе покоя. В растениях продолжают процессы закалки к неблагоприятным зимним условиям. Из этих процессов наиболее изученным является превращение основного запасного вещества — крахмала — в защитные вещества (сахар и масло). Фаза после покоя у деревьев и кустарников обычно заканчивается к периоду установления устойчивой зимней погоды. К этому времени у растений восстанавливается способность к росту, однако, не находя для этого благоприятных внешних условий, они остаются еще в течение продолжительного времени в состоянии вынужденного покоя, приходящегося на зимний и ранне-весенний периоды, целиком обусловлено отсутствием благоприятных для вегетации условий внешней среды. У древесных пород данное состояние начинается обычно с января и заканчивается распусканием почек весной. В состоянии вынужденного покоя устойчивость растений не снижается, а может даже повышаться, если только отсутствуют условия, побуждающие растения к вегетации. Большую опасность в этот период представляют более длительные оттепели, во время которых растения провоцируются к росту и утрачивают морозоустойчивость. Различия в сроках начала вегетации растений древесных пород определяется не продолжительностью органического покоя, как это обычно принято считать, а различной их потребностью в температурном факторе. При повышении температуры скорость распускания почек увеличивается и, наоборот, она уменьшается по мере падения температуры.

У одного и того же растения календарные сроки покоящегося состояния могут заметно изменяться как в зависимости от возрастного состояния, так и от условий внешней среды. Все это не оставляет сомнения в том, что истинная природа периода покоя может быть раскрыта на основе изучения растительного организма в единстве с условиями существования. Под влиянием условий внешней среды у растений в процессе эволюции выработалась и наследственно закрепились определенная ритмичность в развитии и росте. При том закрепились ритмичность не в смысле строгой календарности прохождения определенных фаз, а в смысле последовательности их прохождения. Поэтому

для понимания сущности явления покоя и выяснения его значения нельзя ограничиваться только теми условиями, которые непосредственно действуют на растение в период покоя, но необходимо также знать условия предшествующей вегетации и эволюцию данного вида. Сложная зависимость явления покоя от внешних и внутренних условий обуславливает его большое разнообразие у представителей растительного мира, вследствие чего имеется основание для утверждения, что у каждого вида растений период покоя формируется несколько на свой лад.

ЛИТЕРАТУРА

- Артюшенко З. Т. и Соколов С. Я. 1955. Формирование почек и развитие годичных побегов у некоторых древесных пород. Интродукция растений и зеленое строительство. Изд-во АН СССР, М.—Л.
- Васильев И. М. 1956. Зимовка растений. Изд-во АН СССР, М.
- Генкель П. А. и Ситникова О. А. 1953. Состояние покоя у растений и морозоустойчивость. Тр. Ин-та физиологии растений им. К. А. Тимирязева АН СССР, т. VIII, вып. I.
- Генкель П. А. и Окнина Е. З. 1954. Диагностика морозоустойчивости растений по глубине покоя их тканей и клеток. Изд-во АН СССР, М.
- Гужев Ю. Л. 1957. Изучение периода покоя у плодовых растений. Журн. общей биологии, т. XVIII, № 4.
- Гурский А. В. 1957. Основные итоги интродукции древесных растений в СССР. Изд-во АН СССР, М.—Л.
- Кондо И. Н. 1955. О состоянии покоя (непрорастания) почек винограда. ДАН СССР, т. 102, № 3.
- Молотковский Г. Х. 1949. Значение инактиваторов роста для состояния покоя у растений. ДАН СССР, т. XVII, № 2.
- Мороз Е. С. 1948. Экспериментально-экологические исследования периода покоя у древесных растений. Эксперим. ботаника, серия IV, вып. 6.
- Перетолчин К. 1904. Изменение запасных веществ наших деревьев в период зимнего покоя. Изв. Лесного ин-та, вып. II.
- Перк А. Я. 1953. Роль воды в периоде покоя у растений. Диссертация, Тарту.
- Перк А. Я. 1960. О причинах вступления почек древесных пород в состояние покоя. Ученые записки ТГУ, № 82.
- Пояркова А. М. 1924. О соотношении между глубиной зимнего покоя, превращением запасных веществ и холодостойкостью у древесных растений. Тр. Ленингр. Общ. ест., т. 54, вып. 3.
- (Руссов Э.) Russow, E. 1882. Über Tüpfelbildung und Inhalt der Bastparenchym und Baststrahlzellen der Dicotylen und Gymnospermen, sowie über den Inhalt der parenchymatischen Rinde in Stamm und Wurzel der einheimischen Lignosen. «Sitz. Ber. d. Dorpater Naturforsch. Ges.».
- Туманов И. И. 1940. Физиологические основы зимостойкости культурных растений. Сельхозгиз, М.—Л.
- Туманов И. И. и Красавцев О. А. 1955. Морозостойкость древесных растений. Физиология растений, т. 2, вып. 4.
- Цельникер Ю. Л. 1950. К вопросу о физиологических причинах ритмичности роста у деревьев. Бот. журн., т. 35, № 5.
- (Dostal, R.) Досталь Р. 1956. Значение коррелятивных влияний корней и листьев в морфогенезе растений. Физиология растений, т. 3, вып. 4.
- (Söding, H.) Зёдинг Г. 1955. Ростовые вещества растений. Изд-во ИЛ, М.

PUITTAIMEDE PUHKEPERIOODI FAASIDE KARAKTERISTIKAST

A. Perk ja R. Piir

Resümee

Autorid on uurinud puhkeperioodi 16 metsa- ja pargipuu liigil. Lähtudes võrsete pungade puhkemise erinevast kiirusest, mida selgitati võrsete toomisega sooja ruumi erinevatel aegadel, on autorid puittaimedel nende puhkeperioodis eristanud mitu etappi: eel-, sügav- ja järelpuhkefaas, mis moodustab nn. orgaanilise puhkuse, millele järgneb sundpuhkus.

Eelpuhkefaasis pungad ei puhke võrsetel lehtede pidurdava mõju tõttu. Käesoleva artikli üks autor (Perk, 1953; 1960) on näidanud, et lehed avaldavad sügavat mõju pungade kasvuprotsessi kulule, reguleerides vahetult nende veerežiimi.

Eelpuhkefaasi pikkus määrataksegi ajal, mil on veel võimalik lehtede eemaldamisega pungi puhkema sundida. Puittaimed (tamm, toomingas, haab, saar), mille võrsed kasvavad kiiresti ja mis omakorda soodustavad kiiret leheaparaadi arengut, omavad ka lühemat eelpuhkefaasi kui aeglaselt kasvavad liigid (kask, lepp, hobukastan, sirel).

Sellele järgnev sügavpuhkefaas langeb puittaimedel ajaliselt ühte karastumise esimese faasiga. Faasi maksimum asub tavaliselt septembrikuus, s. o. lehtede langemise perioodis. Sügavpuhkefaasis pungad ei puhke sisemiste põhjuste tõttu, mispärast sel perioodil osutub väheefektiivseks puhkeperioodi katkestavate võtete (soojad vannid, eteriseerimine jt.) kasutamine. Sügavpuhkefaasi peamine bioloogiline tähtsus seisneb siiski varuainete ladestumises, õiepungade diferentseerumise soodustamises, taimede karastumises ja nendele järgneva vegetatsiooni edukas kulus. Mõõduka ja külma tsooni puit- ja põõsastaimed nõuavad selle faasi normaalseks läbimiseks erineva kestusega madalaid temperatuure.

Uuritavatest liikidest väljendus kõige selgemini sügavpuhkefaas saarel, sarapuul ja toomingal, suhteliselt nõrgemini aga sirelil ja kollasel akaatsial.

Ümbritseva keskkonna ebasoodsate tingimuste tugevnemisega hakkab taime kasvuvõime taastuma. Seda perioodi, mil täheldatakse suhteliselt kiiret pungade puhkemise võime suurenemist ja üheaegselt taimedes toimuvat intensiivset varuainete muutmist kaitseaineteks, soovivad autorid nimetada järelpuhkefaasiks. Viimane lõpeb puittaimedel tavaliselt püsivate talveilmade saabumisega.

Pärast orgaanilisest puhkusest väljumist ei alusta taimed kaua aega kasvamist, sest nad on sundpuhkuses, mis on tingitud peamiselt ebasoodsatest välistingimustest. Sundpuhkuse algul,

mis langeb talve kõige külmemale perioodile, pungade puhkemise võime peaaegu ei muutu. Ta hakkab pidevalt suurenema kevade lähenemisega ning lõpeb pungade puhkemisega.

Täiendavalt teostatud katsed on näidanud, et kevadised pungade puhkemise tähtajad puittaimedel küllaldase veerežiimi olemasolu korral on tunduvas sõltuvuses temperatuurist.

ZUR CHARAKTERISTIK DER RUHEPERIODEPHASEN DER HOLZGEWÄCHSE

A. Perk ja R. Piir

Zusammenfassung

Die Verfasser verfolgten die Ruheperiode von 16 Arten der in Wäldern und Parks wachsenden Bäume. Ausgehend von der verschiedenen Entfaltungszeit der Knospen an Trieben, die im Verlauf verschiedener Zeitabstände von Bäumen abgeschnitten und zum Treiben in warme Räume gebracht worden waren, unterscheiden die Verfasser in der organischen Ruheperiode die Zeit der Vor-, Voll- und Nachruhe und eine durch ungünstige Witterung bedingte Zwangsruhe. In der Vorruhe verhindern die Blätter eine vorzeitige Entfaltung der Knospen. Von einem der Verfasser (Perk, 1953, 1960) wurde bewiesen, daß Blätter durch Regelung der Wasserversorgung bedeutenden Einfluß auf den Wachstumscharakter der Knospen ausüben. Zur Vorruhe rechnet man die Zeitspanne, in der es noch gelingt, die Knospen durch Entfernen der Blätter zur Entfaltung zu bringen. Die folgende Vollruhe fällt bei Bäumen zeitlich mit der ersten Abhärtungsperiode zusammen, das Maximum liegt in den Herbstmonaten September und Oktober. In der Vollruhe verhindern innere Ursachen das Entfalten der Knospen. Fast wirkungslos bleiben in dieser Phase die häufig beim Frühtreiben angewandten Methoden, wie warme Bäder, Äther usw. Die hauptsächliche biologische Bedeutung der Vollruhe liegt in der Schaffung von Vorbedingungen (Speicherung von Reservestoffen, Förderung der Triebreife, Abhärtung der Pflanzen) für eine erfolgreiche Vegetationsperiode im nächsten Jahr. In dieser Phase benötigen Bäume und Sträucher gemäßigter und kalter Zonen niedrigere Temperaturen.

Mit der Verschlechterung der Witterungsverhältnisse, die das Wachsen der Pflanzen behindern, stellt sich die Entfaltungsfähigkeit der Knospen wieder ein. Von den Verfassern wird diese Phase, in der eine verhältnismäßig schnelle Zunahme der Wachstumsfähigkeit und eine gleichzeitige intensive Bildung der Schutzstoffe aus Reservestoffen zustande kommt, als Nachruhe bezeichnet. Sie endet häufig mit dem Eintritt beständiger winter-

licher Fröste. Nach der organischen Ruheperiode verhindern ungünstige Außenbedingungen den Beginn der Vegetation, die Pflanzen befinden sich in der Zwangsruhe. Der Anfang dieser Phase fällt in die kältesten Wintermonate. Die Treibfähigkeit der Knospen bleibt während der Wintermonate ziemlich gleich und steigt erst gegen Frühling. Die Zwangsruhe der Bäume endet mit der Entfaltung der Knospen im Frühjahr. Spezielle Versuche ergaben, daß die Zeit der Knospenentfaltung bei genügender Wasserversorgung im bedeutenden Maße von der Temperatur abhängig ist.

ОСОБЕННОСТИ ВОДНОГО РЕЖИМА ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД В СВЯЗИ С ИХ МОРОЗОУСТОЙЧИВОСТЬЮ

Канд. биол. наук А. Перк

Причины повреждений и гибели деревьев, в том числе и плодовых культур, в холодное время года могут быть самыми разнообразными и нередко по своей природе комплексными. Выяснение и изучение этих причин необходимо, прежде всего, для того, чтобы разрабатывать и применять дифференцированные комплексы мероприятий, повышающих зимостойкость плодовых насаждений, парков и лесов.

Среди других факторов, оказывающих большое влияние на морозоустойчивость древесных растений, заслуживают выяснения и изучения те особенности водного режима, которые способствуют их более успешной перезимовке.

Подготовка растений к зиме всегда связана с некоторым обезвоживанием их тканей. До замерзания клетки зимующих растений освобождаются от излишней воды вследствие вытеснения ее откладывающимися здесь нерастворимыми пластическими веществами (Фишер, 1888, 1891; Ильин, 1933), изменения обмена веществ в сторону накопления гидрофобных коллоидов (Генкель и Окнина, 1952), повышения проницаемости клеток (Levitt a. Scarth, 1936) и сжатия протоплазмы при охлаждении (Greely, 1902).

Особенно сильное обезвоживание клеток наблюдается с началом замерзания растений, так как нарастающие в межклетниках кристаллы льда отсасывают воду из клеток. По данным Сулакадзе (1945) при этом переходит в лед до 70—80% и больше всей ранее содержащейся в клетках воды.

Избыточное содержание воды в клетках зимующих растений считается вредным в основном по двум обстоятельствам: при этом концентрация защитных веществ оказывается разбавленной и увеличивается опасность образования в растениях большего количества льда со всеми отсюда вытекающими вредными последствиями (Бугаевский, 1939).

Согласно взглядам Н. А. Максимова (1952) растения гибнут зимой от обезвоживания клеток и механического повреждения

кристаллами льда, образующимися в межклетниках. У зимостойких форм растений протоплазма клеток оказывается устойчивой одновременно как к обезвоживанию, так и к деформирующему действию нарастающих кристаллов льда в межклетниках. Вредное действие сильного обезвоживания сказывается прежде всего в нарушении полупроницаемости протоплазмы, вследствие чего после оттаивания первоначальное тургесцентное состояние клеток восстанавливается не сразу. Поэтому и скорость оттаивания растений оказывается не безразличной.

До сих пор еще мало разработанным остается вопрос о размерах зимней потери воды древесными породами, в особенности плодовыми деревьями, вызываемой иссушающим действием ветров, сухости воздуха и температурных колебаний.

В литературе находим указания на то, что древесные растения в зимний период продолжают терять значительные количества воды, хотя добывание воды из почвы в то же время сильно затруднено или полностью прекращается.

Э. Кеммер и Шульц (1958) приводят подсчеты Бэйли, согласно которым взрослое дерево яблони теряет зимой ежегодно 250—300 г воды.

Обстоятельными исследованиями Л. А. Иванова (1946), А. Я. Гордягина (1925) и А. В. Рязанцева (1934) установлено, что древесные растения с меньшей интенсивностью зимней транспирации способны дальше продвигаться на север и выше подниматься в горы. В этих работах географическое распространение древесной растительности ставится в значительную зависимость от величины их зимнего испарения. Повышенной и некомпенсированной транспирацией А. Я. Гордягин, например, объясняет отсутствие дуба в Сибири и гибель однолетних побегов многих древесных пород в зимнее время.

Работами Л. А. Иванова установлено, что при падении температуры транспирация снижается меньше, чем скорость перемещения воды в растениях. Однолетние побеги листопадных пород транспирируют зимой интенсивнее по сравнению с двухлетними. Зимняя транспирация растений даже в самых благоприятных условиях оказывается ниже летней. Породы с меньшей зимней транспирацией оказываются более зимостойкими. Процентное же содержание воды в растениях не коррелирует ни с морозоустойчивостью, ни с распространением растений на север.

Сравнительно мало данных находим относительно зимней транспирации у плодовых культур.

П. И. Васильев (1930) определял зимнее испарение у однолетних побегов различных сортов яблонь и пришел к заключению, что часто причиной гибели растений является высыхание. Морозовыносливым сортам семечковых плодовых культур свойственна более низкая зимняя транспирация. Наименьшие потери воды наблюдались у китайской яблони, за ней по степени

убывания интенсивности зимней транспирации следовали Антоновка, Анис алый, Бабушкино, Скрыжапель, Коричное полосатое. В его опытах груша сорта Тонковеткая транспирировала интенсивнее, чем указанные сорта яблони.

Соответствующими наблюдениями показано, что у яблони наибольшее испарение воды происходит через перидерму (до 75%), затем следуют рубцы (с большими колебаниями по отдельным сортам) и, наконец, через почки в зависимости от их величины и сорта яблони (Жучков, 1957).

Полагают, что в отдельные периоды зимой температура тканей растений может повышаться настолько, что становится возможным передвижение воды в них. Так в опытах Хилдреса срезанные зимой ветви яблони содержали воды 34,5%, а такие же ветви, оставленные на дереве — 45,5% (Метлицкий, 1956). Имеются основания для предположения, что зимние повреждения садов в суровую зиму 1955/56 года были несколько уменьшены вследствие того, что почва промерзла в слабой степени и оказалась возможным поступление воды из почвы в растения. Указывается, что у однолетних побегов транспирационные потери компенсируются обычно на 55—87% за счет притока воды из нижележащих частей растений и, по-видимому, частично из почвы (Жучков, 1957). Наиболее правдоподобным кажется предположение, что поступление воды в растения возможно при условиях, если почва промерзает частично, и что оно осуществляется через более глубоко расположенные части корневой системы (Колесников, 1957). Поэтому величина водного дефицита в растениях зимой зависит, наряду с другими причинами, также от содержания воды и ее состояния в почве. По данным Эмерсона снижение влажности почвы осенью всего на 4,6% (с 19,2 до 15,2%) увеличило вымерзание плодовых деревьев с 12 до 76%. Одну из причин массовой гибели садов в суровую зиму 1939/40 года необходимо видеть в том, что деревья пришли к зиме с недостаточным запасом влаги в почве.

Опасность высыхания деревьев особенно усиливается во вторую половину зимнего периода, поскольку к этому времени доступные запасы воды могут оказаться уже израсходованными, а потери воды вследствие повышения и более значительных колебаний температуры возрастают. По данным Н. Г. Жучкова (1957) массовое ранне-весеннее высыхание деревьев в кольце садов под Ленинградом наблюдалось в 1952 году. При этом восточные сорта мелкоплодной яблони, завезенные из Омска и Уфы, пострадали меньше, чем сорта среднерусские и особенно сорта, завезенные из Эстонии. Можно предполагать, что по мере продвижения на запад в связи с более мягким и влажным климатом плодовым культурам свойственна более высокая транспирация, вследствие чего в условиях восточных районов с более суровым и сухим климатом они больше страдают от высыхания, чем местные сорта.

Автором настоящей статьи проводилось изучение размеров транспирации побегов некоторых произрастающих и разводимых в Эстонской ССР древесных пород и плодовых культур в осенне-зимний и ранне-весенний периоды с целью выяснить, в какой мере от данного показателя зависит различная успешность перезимовки опытных растений.

Определения транспирации проводились весовым способом на однолетних побегах, как наиболее чувствительных к зимним повреждениям частях растений. Побеги срезались со взрослых деревьев по возможности со средней части южной стороны кроны. Во избежание потери воды через срезы, последние покрывались пластилином.

Ветви для определения транспирации срезались с опытных растений в различные календарные сроки. Для выяснения зависимости величины потерь воды побегами от температуры окружающей среды, они выдерживались в подвешенном состоянии при различном температурном режиме: 1) в естественных условиях, 2) в холодной оранжерее, где температура держалась на несколько градусов выше, чем непосредственно на улице, и 3) в овощехранилище, где температура в холодное время года поддерживалась в пределах 4—6°. Естественно, что в последних двух вариантах опыта побеги не испытывали на себе влияния ветра.

Основные результаты наших определений, характеризующие транспирационные потери воды побегами у подопытных растений, приведены в табл. 1—4.

При анализе приведенных в табл. 1—4 данных прежде всего отчетливо выясняется зависимость интенсивности транспирации от температуры. С понижением температуры потери воды побегами сильно уменьшаются и, наоборот, с повышением температуры к весне интенсивность транспирации возрастает. Вследствие этого побеги в замерзшем состоянии в феврале транспирировали у яблонь и слив от 2 до 4 раз слабее, чем в апреле. Следовательно, имеется основание для заключения, что опасность гибели плодовых культур от высыхания значительно усиливается во вторую половину их зимовки, когда добывание воды растением по-прежнему затруднено, а транспирационные потери возрастают. При этом побеги сливы реагировали на повышение температуры более сильным повышением транспирации, чем побеги яблони. Особенно вредное воздействие оказывают резкие колебания температуры, проявляющиеся в форме временных потеплений (оттепелей). При оттепелях происходит в большей или меньшей степени оттаивание растений. Освобождающаяся при этом вода скопляется в основном в межклеточных пространствах и может быть легко потеряна растением, прежде чем клетки сумеют восстановить тургесцентное состояние. В этих условиях в растениях легко может возникнуть опасный водный дефицит.

Сравнение показателей, характеризующих транспирацию яблонь и слив, показывает, что при всех использованных в наших опытах температурах, сливы теряли воды больше, чем яблони как при вычислении потери воды на сырой вес побегов (табл. 3, 4), так и на первоначальное содержание в них воды (табл. 1, 2). Следовательно, сливы по сравнению с яблонями могут чаще во время перезимовки оказываться в состоянии вредного водного дефицита. Известно, что яблони являются более зимостойкими по сравнению со сливами. Меньшая зимостойкость слив может быть поставлена в связь с их более высокой транспирационной деятельностью в период перезимовки.

Однолетние побеги слив при 4—6° в декабре теряли за 12 дней до 40% от первоначального содержания в них воды, тогда как побегам яблони для достижения того же водного дефицита потребовался почти в два раза более продолжительный период. В естественных условиях зимой сливы по данным наших опытов также теряли воды в среднем на 60% больше, чем яблони. Все мероприятия, направленные на устранение возможности возникновения более продолжительного вредного водного дефицита (защита от чрезмерного испарения, покрытие водного дефицита за счет передвижения воды из других частей растения и почвы), несомненно, положительно скажутся на успешности перезимовки плодовых культур и в особенности слив. Часто встречающиеся случаи повреждения деревьев слив, особенно во вторую половину периода перезимовки, по нашему мнению, могут быть объяснены усилением в них водного дефицита вследствие несбалансированной транспирации.

При сравнении водного режима у яблонь и слив обращает на себя внимание также то обстоятельство, что в однолетних побегах и почках слив процентное содержание воды в осенне-зимний период оказывается несколько выше, чем у соответствующих частей яблонь. К объяснению различной морозоустойчивости яблонь и слив таким образом приложимо общепринятое, хотя еще строго научно не обоснованное, положение, что растения тем чувствительнее к морозу, чем больше они содержат воды, и, напротив, тем выносливее, чем выше в них содержание сухого вещества.

Сопоставляя интенсивность транспирации побегов у сортов в пределах одной культуры, видим, что у сортов яблонь величина зимней транспирации в основном совпадает с их способностью противостоять губительному действию морозов. По возрастанию величины зимней транспирации исследованные сорта яблонь могут быть расположены в следующий ряд: наименьшая интенсивность транспирации отмечена у сортов Белый налив, Осеннее полосатое, затем следует Лифляндское луковичное, Антоновка, и интенсивнее всего транспирирует побеги у сорта Тартуское розовое. Известно, что сорт Тартуское розовое вследствие слабой зимостойкости исключен из основного сортамента

Таблица 1

Потери воды однолетними побегами в процентах от первоначального содержания воды у плодовых культур (1958/59, 1959/60)

| Наименование культур | В естественных условиях | | | | | | | | | | | | В холодной оранжерее | | | | При 4—6° С | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|-------------------------|-----------|-----------|----------|-------------|----------|-------------|---------|--------------|----------|-------------|----------|----------------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|---------|------------|----------|---------------|----------|------------|----------|-------------|---------|------------|----------|-----------|-----------|
| | 16 I—30 IV | | 28 I—8 II | | 28 I—22 III | | 1 III—8 III | | 1 III—21 III | | 1 III—20 IV | | 26 XII—16 I | | 26 XII—9 II | | 15 XI—25 XI | | 2 XII—8 XII | | 2 XII—26 I | | 13 XII—25 XII | | 13 XII—3 I | | 13 IX—20 IX | | 13 IX—11 X | | 13 IX—7 I | |
| | 1 сутки | 105 суток | 1 сутки | 11 суток | 1 сутки | 53 суток | 1 сутки | 7 суток | 1 сутки | 20 суток | 1 сутки | 51 сутки | 1 сутки | 21 суток | 1 сутки | 45 суток | 1 сутки | 10 суток | 1 сутки | 6 суток | 1 сутки | 55 суток | 1 сутки | 12 суток | 1 сутки | 21 суток | 1 сутки | 7 суток | 1 сутки | 28 суток | 1 сутки | 116 суток |
| Яблоня | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Антоновка | 0,62 | 64,8 | 0,67 | 7,4 | 1,00 | 53,1 | 1,44 | 10,1 | 1,48 | 29,6 | 0,99 | 50,3 | 0,14 | 2,9 | 0,17 | 7,6 | — | — | 3,00 | 18,0 | 1,12 | 61,8 | 2,54 | 30,4 | 2,13 | 44,7 | — | — | — | — | — | — |
| Белый налив | 0,58 | 60,7 | 0,53 | 5,8 | 0,78 | 41,4 | 1,62 | 11,3 | 1,59 | 31,7 | 1,22 | 62,1 | 0,09 | 1,8 | 0,14 | 6,3 | 0,83 | 8,3 | 2,40 | 14,4 | 1,04 | 57,3 | 1,93 | 23,2 | 1,69 | 35,5 | — | — | — | — | — | — |
| Лифляндское луковичное | 0,58 | 60,9 | 0,99 | 10,9 | 0,86 | 45,6 | 1,70 | 11,9 | 1,53 | 30,6 | 1,09 | 55,7 | 0,16 | 3,3 | 0,19 | 8,6 | 0,77 | 7,7 | 2,59 | 15,6 | 0,99 | 54,7 | 2,26 | 27,2 | 1,87 | 39,4 | — | — | — | — | — | — |
| Осеннее полосатое | 0,50 | 52,0 | 0,58 | 6,4 | 0,81 | 43,2 | 1,50 | 10,5 | 1,49 | 29,8 | 1,28 | 65,2 | 0,11 | 2,3 | 0,16 | 7,2 | — | — | 2,71 | 16,2 | 1,03 | 56,7 | 2,20 | 26,4 | 1,85 | 38,8 | — | — | — | — | — | — |
| Тартуское розовое | 0,67 | 70,3 | 0,58 | 6,4 | — | — | 1,73 | 12,1 | 1,78 | 35,7 | 1,24 | 63,4 | 0,20 | 4,1 | 0,18 | 8,2 | — | — | 2,63 | 15,8 | 1,07 | 58,7 | 2,36 | 28,3 | 1,96 | 41,3 | — | — | — | — | — | — |
| Среднее | 0,59 | 61,7 | 0,67 | 7,4 | 0,86 | 45,8 | 1,60 | 11,2 | 1,57 | 31,5 | 1,16 | 59,3 | 0,14 | 2,9 | 0,17 | 7,6 | 0,80 | 8,0 | 2,67 | 16,0 | 1,05 | 57,8 | 2,26 | 27,1 | 1,90 | 39,9 | — | — | — | — | — | — |
| Слива | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Виктория | — | — | 1,02 | 11,3 | 1,36 | 69,5 | — | — | — | — | — | — | 0,17 | 3,5 | 0,18 | 8,1 | 0,71 | 7,1 | — | — | — | — | 2,92 | 35,0 | 2,33 | 48,9 | 6,89 | 48,2 | 2,49 | 69,7 | 0,69 | 79,9 |
| Вильгельмине Шпет | — | — | 0,93 | 10,2 | 1,32 | 70,1 | 2,66 | 18,6 | 2,43 | 48,6 | 1,40 | 71,4 | 0,15 | 3,1 | 0,17 | 7,7 | 0,80 | 8,0 | — | — | — | — | — | — | — | — | 7,22 | 50,5 | 2,63 | 73,6 | 0,73 | 85,0 |
| Лифляндская желтая яичная | — | — | 1,12 | 12,3 | 1,35 | 71,8 | 2,99 | 20,9 | 2,77 | 55,4 | 1,46 | 74,5 | 0,18 | 3,7 | 0,20 | 8,9 | 0,83 | 8,3 | — | — | — | — | 3,94 | 47,3 | 3,68 | 77,2 | 8,20 | 57,4 | 2,63 | 73,6 | 0,71 | 82,2 |
| Эмма Лепперман | — | — | 0,86 | 9,4 | 1,32 | 70,0 | — | — | 1,87 | 39,5 | 1,31 | 66,7 | 0,15 | 3,2 | 0,17 | 7,4 | 0,77 | 7,7 | — | — | — | — | 3,27 | 39,3 | 2,66 | 55,9 | 7,57 | 53,0 | 2,62 | 73,3 | 0,72 | 84,1 |
| Среднее | — | — | 0,98 | 10,8 | 1,33 | 70,3 | 2,82 | 18,8 | 2,36 | 47,8 | 1,39 | 70,8 | 0,16 | 3,4 | 0,18 | 8,0 | 0,78 | 7,8 | — | — | — | — | 3,38 | 40,5 | 2,89 | 60,7 | 7,47 | 52,3 | 2,59 | 72,6 | 0,71 | 82,8 |

Потери воды однолетними побегами в процентах от первоначального содержания в них воды у древесных пород (1958/59, 1959/60)

[illegible]

Среднесуточные потери воды однолетними побегами у плодовых культур в процентах от первоначального веса (1958/59, 1959/60)

| Наименование культур | XI | XII | I | II | III | IV | IX | XI | I | | | |
|---------------------------|------|------|--|---------------------|---------------------|---------------------|------|-------|------|---------------------|------|------|
| | 4—6° | 4—6° | в холодной оранжерее в естеств. условиях | в естеств. условиях | в естеств. условиях | в естеств. условиях | 4—6° | 8—12° | 4—6° | в естеств. условиях | 4—6° | |
| Я б л о н я | | | | | | | | | | | | |
| Антоновка | — | 1,22 | 0,05 | — | 0,34 | 0,71 | — | — | 0,93 | — | — | |
| Белый налив | 0,40 | 0,94 | 0 | — | 0,26 | 0,72 | 0,90 | — | 1,22 | — | — | |
| Лифляндское луковичное | 0,37 | 1,09 | 0,08 | — | 0,49 | 0,83 | 0,79 | — | 1,33 | — | — | |
| Осеннее полосатое | — | 1,06 | 0,02 | — | 0,28 | 0,79 | 0,76 | — | 1,48 | — | — | |
| Тартуское розовое | — | 1,22 | 0,08 | — | 0,31 | 0,86 | 1,09 | — | 1,76 | — | — | |
| Среднее | 0,38 | 1,11 | 0,05 | — | 0,34 | 0,78 | 0,88 | — | 1,34 | — | — | |
| С л и в а | | | | | | | | | | | | |
| Виктория | 0,38 | 1,48 | — | 0,07 | 0,55 | — | 1,93 | 0,05 | 3,66 | 2,14 | 0,33 | 2,58 |
| Вильгельмине Шпет | 0,43 | — | — | 0,11 | 0,49 | 1,43 | 1,97 | 0,54 | 3,96 | 1,86 | 1,45 | — |
| Лифляндская желтая яичная | 0,44 | 1,98 | — | 0,08 | 0,59 | 1,54 | 1,95 | 0,25 | 4,16 | 1,89 | 0,44 | 2,61 |
| Эмма Лепперман | 0,41 | 1,75 | — | 0,10 | 0,45 | — | 1,76 | 0,36 | 3,94 | 1,73 | 0,40 | 2,93 |
| Среднее | 0,41 | 1,74 | — | 0,09 | 0,52 | 1,48 | 1,90 | 0,40 | 3,93 | 1,90 | 0,65 | 2,71 |

яблонь, культивируемых в Эстонской ССР. У слив порядок расположения сортов оказывается таким: Виктория, Эмма Лепперман, Вильгельмине Шпет, Лифляндская желтая яичная.

Для полноты характеристики особенностей водного режима плодовых культур сравним величины их транспирации с аналогичными данными, полученными нами для других древесных пород. Из этого сопоставления видно, что остальные бывшие в наших опытах древесные породы по величине транспирации уступают яблоням и особенно сливам, причем наименьшей зимней транспирацией характеризуются произрастающие в лесах виды деревьев. Из разводимых в парках деревьев интенсивнее других транспирирует зимой дуб, который в этом отношении превосходит даже плодовые культуры. Самая слабая транспирация отмечена у конского каштана и ясеня. Средством защиты от потери воды у обоих видов следует считать чрезвычайно плотное смыкание кроющих чешуй почек, а также наличие клеящих выделений у конского каштана и светлосерая окраска

Среднесуточные потери воды однолетними побегами
от первоначального веса (%)

| Наименование древесных пород | XI | XII | I | | II | V | | IX | XI |
|---------------------------------|------|------|--------------------------------|------|--------|---------------------------------|-------|-------|------|
| | 4-6° | 4-6° | в естеств. условиях 4-6° | 4-6° | 4-6° | в естеств. условиях 8-12° | 8-12° | 8-12° | 4-6° |
| Парковые древесные породы | | | | | | | | | |
| Акация желтая | 0,27 | — | 0,23 | 1,16 | — | — | — | — | — |
| Дуб черешчатый | 0,56 | — | 0,61 | 2,67 | 2,89** | — | — | 4,24 | 1,33 |
| Каштан конский | 0,14 | — | 0,14 | 0,65 | 0,71 | — | — | 3,22 | 0,25 |
| Клен остролистный | — | — | 0,36 | 1,42 | — | — | — | 3,22 | 0,66 |
| Клен ясенелистный | 0,31 | — | 0,20 | 1,11 | — | — | — | 4,49 | 0,70 |
| Липа мелколистная | — | — | 0,59 | 2,31 | 1,21 | — | — | 3,11 | 0,72 |
| Рябина обыкновен. | 0,39 | 1,54 | 0,28 | 0,72 | 1,04 | — | — | 4,15 | 0,86 |
| Сирень обыкновенная | — | — | 0,31 | 1,70 | 1,40 | — | — | 3,18 | 0,68 |
| Тополь пирамидальн. | — | — | 0,23 | 1,69 | — | — | — | 4,99 | 1,00 |
| Черемуха обыкновен. | — | — | 0,26 | 1,27 | 1,12 | — | — | 4,25 | 0,68 |
| Ясень обыкновен. | 0,36 | — | 0,10 | 1,05 | 1,47 | — | — | 2,19 | 0,55 |
| Среднее | 0,34 | — | 0,30 | 1,43 | 1,41 | — | — | 3,70 | 0,74 |
| Лесные древесные породы | | | | | | | | | |
| Береза бородавчат. | — | 1,24 | — | — | — | 3,19 | 2,12 | 3,85 | 1,03 |
| Ива | — | 0,69 | — | — | — | 4,02 | 2,25 | 3,04 | 0,72 |
| Ольха серая | — | 0,99 | — | — | — | 3,04 | 1,53 | 4,06 | 0,68 |
| Осина | — | 0,48 | — | — | — | — | — | — | — |
| Среднее | — | 0,85 | — | — | — | 3,42 | 1,97 | 3,65 | 0,81 |

** Определение транспирации производилось с помощью потометров.

коры у ясеня. При светлой окраске коры побеги слабее нагреваются от солнечных лучей. В практическом отношении представляется важным испытать возможность понижения транспирационных потерь воды растениями путем их опрыскивания растворами клеящих веществ.

Что касается причин, определяющих различия в зимней транспирации у плодовых культур и других древесных пород, то по этому вопросу находим в литературе лишь единичные указания. Согласно исследованиям А. Я. Гордягина (1925) однолетние

побеги лиственных пород особенно много воды теряют через листовые следы, которые у различных видов в зависимости как от биологических особенностей, так и от климатических условий залечиваются не с одинаковой интенсивностью. Так у березы рубцы уже в начале зимы труднопроходимы для воды, тогда как у дуба, особенно в течение первого года, они остаются слабо защищенными. Предполагается, что в области каждого листового рубца имеется очаг местного повышенного давления воды, которая продавливается через рубец тем энергичнее, чем он моложе. И. И. Туманов (1955) указывает, что через листовые рубцы, кроме дуба, много воды теряют липа и ясень. У сирени испарение воды интенсивно совершается через почки; у яблони, березы, клена и некоторых других — через поверхность ветвей (перидерму). Следовательно, на величину зимней транспирации сильное влияние оказывает также степень вызревания побегов.

Наряду с возникшими у растений внешними защитными образованиями, уменьшающими испарение воды, большое значение принадлежит также внутриклеточным изменениям, повышающим водоудерживающие силы клеток (возрастание степени гидратации протоплазмы, увеличение концентрации клеточного сока и содержания связанной воды). Полнота этих изменений находится в зависимости как от физиологического состояния растений, так и от условий внешней среды. Таким образом, величина зимней транспирации растений зависит не только от конкретных условий перезимовки, но в большой степени также от условий предшествующей вегетации и степени подготовки растений к зиме.

Опасность зимнего высыхания растений заметно усиливается не только при длительном воздействии низких температур, низкой влажности воздуха, но и при сильных ветрах зимой. В наших опытах наименьшие потери воды наблюдались при выдерживании побегов в холодной оранжерее, где они были защищены от непосредственного воздействия ветра. Хотя температура здесь держалась лишь на несколько градусов выше, интенсивность транспирации у яблонь и слив оказалась почти в 6 раз ниже, чем непосредственно на открытом воздухе.

Для определения влияния движения воздуха (ветра) на интенсивность потери воды побегами нами были проведены специальные опыты, результаты которых приведены в табл. 5. В этих опытах побеги слив выдерживались при температуре 4—6° в двух партиях: одна группа побегов находилась в неподвижном воздухе (контроль), другую партию побегов помещали в условия, где ветреные периоды продолжительностью в 3 суток чередовались с безветренными периодами той же продолжительности. Ветер создавался искусственно с помощью обычного настольного вентилятора.

Из приведенных в табл. 5 данных отчетливо видно, что побеги всех сортов слив испарили за весь ветреный период (в

Таблица 5

Влияние ветра на интенсивность транспирации побегов сливы

| Наименование сортов | | Потери воды за 3-дневные промежутки времени от первоначального веса | | | | | | | | | |
|------------------------|--------|---|-----------|------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|----------------|-----------|
| | | 1—6 сутки | | 7—12 сутки | | 13—18 сутки | | 19—24 сутки | | За весь период | |
| | | На ветру | Без ветра | На ветру | Без ветра | На ветру | Без ветра | На ветру | Без ветра | На ветру | Без ветра |
| Виктория | Опытн. | 0,94 | 0,55 | 0,89 | 2,22 | 2,00 | — 1,51 | 2,24 | 1,70 | 6,07 | 2,96 |
| | Контр. | 0,26 | 0,80 | 1,08 | — 1,55 | 2,41 | 1,16 | 0,83 | 0,73 | 4,58 | 1,14 |
| Вильгельмине | Опытн. | 3,47 | 0,93 | 4,04 | 2,26 | 3,39 | — 0,42 | 1,78 | 1,06 | 12,68 | 4,83 |
| Шпет | Контр. | 1,88 | 2,30 | 2,25 | 0,05 | 3,06 | 2,51 | 1,51 | 1,16 | 8,70 | 6,02 |
| Лифляндская | Опытн. | 1,96 | — 0,36 | 2,36 | 1,07 | 2,16 | — 1,48 | 1,06 | 0,75 | 7,54 | — 0,02 |
| желтая яичная | Контр. | 1,45 | 0,84 | 1,48 | — 0,76 | 2,54 | 2,04 | 0,56 | 0,25 | 6,03 | 2,37 |
| Эмма | Опытн. | 2,58 | 0,20 | 2,87 | 1,84 | 2,42 | — 1,39 | 1,56 | 0,79 | 9,43 | 1,44 |
| Лепперман | Контр. | 1,90 | 1,64 | 1,60 | — 0,79 | 3,35 | 2,14 | 0,67 | 0,73 | 7,52 | 3,72 |

течение 12 суток) при температурах 4—6° на 20—32% больше воды, чем за такой же продолжительности безветренный период. Последовательность расположения сортов по способности противостоять иссушающему действию ветра совпадает с расположением их по степени зимостойкости. Побег наиболее зимостойкого сорта Лифляндская желтая яичная слабее всего реагировали на влияние ветра, тогда как побеги малоустойчивого сорта Вильгельмине Шпет имели соответственно и самую высокую интенсивность транспирации на ветру.

Вследствие непрерывно продолжающейся потери воды, заметно усиливающейся под влиянием ветра, в побегах повышается сосущая сила и водоудерживающие силы, вследствие чего они способны отнимать воду у других частей, а также, согласно данным наших опытов, частично компенсировать возникающий водный дефицит за счет конденсации водяных паров из окружающего воздуха. Наиболее сильная способность к поглощению водяных паров из воздуха отмечена нами у сорта Лифляндская желтая яичная. Из табл. 5 видим, что в большинстве случаев в безветренные промежутки времени, если они чередовались с ветренными периодами, транспирация побегов была ниже обычной, и в отдельных случаях вес побегов даже повышался, что могло произойти только за счет конденсации паров воды из окружающего воздуха.

Исходя из сказанного, значение ветрозащитных насаждений для улучшения водного режима плодовых деревьев заключается в уменьшении зимней транспирации плодовых деревьев вследствие не только уменьшения силы ветра, но и поддержания влажности воздуха на более высоком уровне. Кроме того, устраняется вредное механическое действие ветров, проявляющееся в поломках деревьев. Через поврежденные места могут усилиться потери воды деревьями.

Согласно встречающимся в литературе указаниям (Горин, 1958), побеги, теряя в процессе транспирации воду, отсасывают ее от других частей и, в первую очередь, от корневой системы и затем от штамба. Поэтому в суровые бесснежные зимы от высыхания и вымерзания гибнет корневая система и сильно повреждается ствол дерева.

Постараемся теперь выяснить, в какой степени опасной для древесных пород и плодовых культур в период зимовки является обычно возникающая в их тканях вследствие непрекращающейся потери воды степень обезвоживания клеток. По данным П. Б. Раскатова (1939) гибель от высыхания у побегов древесных пород наблюдается при потере не менее 50% всей содержащейся в них воды. При отсутствии подачи воды в растения такой губительный водный дефицит, как показывают наши определения, может легко возникнуть. Подобные условия возникают в суровые бесснежные зимы при низкой относительной влажности воздуха, а также в обычные зимы при недостаточном

Изменение влажности зимующих почек и побегов у древесных растений в течение года (1958/59)

| Наименование культур | Год | VIII | | IX | X | XI | XII | I | | II | III | IV | V | VII | | | IX |
|---------------------------|---------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|------|-----------|--------|
| | | Побеги | Почки | Побеги | Побеги | Побеги | Побеги | Побеги | Почки | Побеги | Побеги | Побеги | Побеги | Почки | Кора | Древесина | Побеги |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| Яблоня | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Антоновка | 1958/59 | — | — | — | — | — | 48,0 | 50,2 | 45,8 | — | 48,1 | — | — | 40,3 | 57,9 | 51,4 | — |
| Белый налив | 1957/58 | — | — | 61,7 | 57,7 | 57,6 | 59,6 | 58,0 | — | 56,1 | 55,3 | — | — | — | — | — | — |
| | 1958/59 | — | — | — | — | 48,1 | 48,4 | 48,9 | 48,8 | — | 44,8 | — | — | 58,1 | 57,3 | 52,7 | — |
| Лифляндское луковичное | 1957/58 | — | — | 54,1 | 57,2 | 56,7 | 58,1 | 56,2 | — | 54,3 | 54,0 | — | — | — | — | — | — |
| | 1958/59 | — | — | — | — | 47,5 | 48,1 | 49,3 | — | — | 48,8 | — | — | 36,8 | 58,1 | 57,0 | — |
| Осеннее полосатое | 1957/58 | — | — | 57,7 | 53,3 | 56,2 | 53,0 | 56,5 | — | 53,6 | 53,0 | — | — | — | — | — | — |
| | 1958/59 | — | — | — | — | — | 48,4 | 49,6 | 46,6 | — | 52,4 | — | — | — | — | — | — |
| Тартуское розовое | 1958/59 | — | — | — | — | — | 51,8 | 52,6 | 45,7 | — | 49,7 | — | — | 54,7 | 58,0 | 47,9 | — |
| Слива | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Виктория | 1958/59 | — | — | — | — | 53,4 | 50,6 | 53,6 | 47,1 | — | — | — | — | — | — | — | 53,2 |
| Вильгельмине Шпет | 1958/59 | — | — | — | — | 53,8 | — | 52,3 | 45,7 | — | 53,6 | — | — | — | — | — | 54,8 |
| Лифляндская жёлтая яичная | 1958/59 | — | — | — | — | 52,6 | 50,3 | 52,4 | — | — | 51,5 | — | — | — | 54,7 | 52,0 | 50,7 |
| | 1958/59 | — | — | — | — | 53,3 | 53,5 | 52,7 | 48,1 | — | 49,3 | — | — | — | — | — | 52,1 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
|---------------------------------|---------|------|------|---|---|------|------|---|----|----|----|------|------|----|----|----|------|
| Лесные древесные породы | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Берёза бородавчатая | 1958/59 | 52,5 | 54,7 | — | — | — | 51,8 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 56,5 |
| Ива | 1958/59 | 57,6 | 55,6 | — | — | — | 56,5 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 50,1 |
| Ольха серая | 1958/59 | 52,4 | 45,3 | — | — | — | 51,4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 52,3 |
| Осина | 1958/59 | 46,5 | 45,1 | — | — | — | 52,6 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Парковые древесные породы | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Конский каштан | 1958/59 | — | — | — | — | 50,3 | — | — | — | — | — | — | 67,9 | — | — | — | 54,1 |
| Клен ясенелистный | 1958/59 | — | — | — | — | 54,8 | — | — | — | — | — | — | 63,4 | — | — | — | 56,1 |
| Клен остролистный | 1958/59 | — | — | — | — | 63,2 | — | — | — | — | — | — | 52,0 | — | — | — | 49,2 |
| Рябина обыкновен. | 1958/59 | 45,4 | 52,7 | — | — | 53,2 | — | — | — | — | — | — | 59,8 | — | — | — | 51,3 |
| Черемуха обыкновен. | 1958/59 | — | — | — | — | 46,4 | — | — | — | — | — | 60,9 | 61,9 | — | — | — | 54,7 |
| Ясень обыкновен. | 1958/59 | — | — | — | — | 47,1 | — | — | — | — | — | 50,1 | 52,0 | — | — | — | 43,9 |
| Акация желтая | 1958/59 | — | — | — | — | 47,4 | — | — | — | — | — | — | 62,8 | — | — | — | — |
| Липа мелколистная | 1958/59 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 59,7 | 61,2 | — | — | — | 51,9 |
| Дуб черешчатый | 1958/59 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 55,5 | — | — | — | 44,4 |
| Сирень обыкновенная | 1958/59 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 56,7 | — | — | — | 49,5 |

содержании воды в почве. Совершенно иные условия создаются, если деревья идут в зиму с хорошо вызревшими побегами, необходимыми запасами пластических веществ, воды и с влажной почвой. Хотя и в этом случае деревья теряют в течение зимовки большое количество воды, однако между расходом и приходом воды не создается опасного разрыва, вследствие чего содержание воды в них в течение всего холодного времени заметно не изменяется. В подтверждении приведем данные наших определений, характеризующие изменение влажности однолетних побегов в течение года (табл. 6).

Приведенные в таблице 6 данные, хотя и не являются полными, все же на основании их мы можем заключить, что заметное обезвоживание побегов наблюдается в предзимний период в связи с их подготовкой к зимовке. Данное обезвоживание следует считать полезным процессом, поскольку оно наряду с другими происходящими в тканях сложными физиолого-биохимическими изменениями усиливает устойчивость растений к последующим неблагоприятным условиям зимнего периода. Менее устойчивые сорта и породы, несмотря на свойственную им обычно более высокую транспирацию, обнаруживают тенденцию уходить в зиму с более высоким содержанием воды в побегах, чем более устойчивые формы и виды.

Минимум содержания воды в побегах наблюдается в большинстве случаев во второй половине зимы, что может быть обусловлено как продолжительным влиянием низких температур, затрудняющих передвижение и добывание воды растением, так и температурными колебаниями, усиливающимися по мере приближения к весне. Возникновению несбалансированной транспирации благоприятствует также ветреная погода и в бесснежные зимы — глубокое промерзание почвы. При более длительном воздействии указанных иссушающих факторов растение быстрее использует доступные запасы влаги, поступление воды начинает отставать от испарения, развивается вредное обезвоживание клеток и происходит гибель от высыхания прежде всего наиболее интенсивно транспирирующих частей деревьев — однолетнего прироста.

Суммируя сказанное, приходим к заключению, что опасность вымерзания древесных растений вследствие высыхания усиливается при следующих обстоятельствах: 1) низкой влажности почвы осенью и зимой, 2) низкой относительной влажности воздуха в зимние месяцы, 3) сильных ветрах зимой, 4) длительности воздействия низких температур, 5) наличии резких температурных колебаний, особенно во вторую половину зимы и 6) в бесснежные зимы, вследствие глубокого промерзания почвы. Все агроприемы по выращиванию и уходу за древесными растениями, особенно за плодовыми насаждениями, должны проводиться с обязательным учетом того, чтобы растения непрерывно снабжались водой как в течение вегетации, так и в зим-

ний период, для избежания возникновения в них опасного водного дефицита, снижающего урожай, а иногда приводящего его к полной гибели.

В зимнее время величина водяного дефицита, возникающего в растениях, может быть различной в зависимости от степени подготовленности растений к зиме и напряжения иссушающих факторов в период зимовки. В наших опытах зимой 1957/58 года в побегах яблонь содержание воды было на несколько процентов выше, чем зимой 1958/59 года, что может быть объяснено более благоприятным температурным режимом в первую зиму. В обычные зимы, согласно нашим определениям, однолетние побеги древесных растений в зависимости от биологических особенностей и климатических условий содержат в среднем воды на 5—15% меньше, чем во время вегетационного периода. Такой водный дефицит еще далек от губительного предела и не вызывает опасения за гибель насаждений.

В борьбе с зимней гибелью растений от высыхания большое значение имеют биологические особенности культивируемых растений и, в первую очередь, их способность противостоять более глубокому обезвоживанию и развивать значительные водоудерживающие силы в клетках. К сожалению, эти показатели остаются мало изученными и, применительно к нашим условиям, совершенно не затронутыми исследованиями. Можно лишь в качестве предположения указать, что яблони устойчивее к обезвоживанию и способны развивать более высокие водоудерживающие силы в клетках, чем сливы. Об этом свидетельствуют данные, приведенные в таблицах 1 и 2, показывающие, что в побегах яблонь зимой расходование воды совершается экономнее по сравнению с побегами слив. У остальных изученных нами древесных растений, превышающих по устойчивости плодовые культуры, эти признаки должны быть выражены еще более резко.

Результаты наших опытов согласуются с данными некоторых других исследователей, указывавших, что в зимний период создаются условия для передвижения и поступления воды в растения, без чего была бы немыслима их успешная перезимовка. Если бы у растений отсутствовала данная способность, то уже за 2—3 месяца в них возник бы губительный водный дефицит, так как за такой период теряется свыше половины содержащейся в растениях воды (табл. 1, 2). Поэтому изучение указанной способности растений и необходимых для этого условий представляется крайне важным и необходимым.

К весне, по мере повышения температуры, оттаивания почвы и пополнения ее водных запасов, условия для передвижения и добытия воды растениями улучшаются, а также усиливается их транспирационная деятельность. Перед распусканием почек во всех частях растений запасы воды заметно пополняются вследствие того, что корни у деревьев пробуждаются весной к дея-

Зависимость транспирации от состояния почек на побегах у древесных пород

| Наименование древесных пород | Величина потери воды (в делениях капиллярной трубки потометра) | | | | | | | |
|------------------------------------|---|-------------|--------------|---------------|-------------|------------|-------------|-------------|
| | 15 II—25 II | 26 II—6 III | 7 III—16 III | 17 III—26 III | 27 III—5 IV | 6 IV—15 IV | 16 IV—25 IV | 15 II—25 IV |
| Дуб черешчатый | 16,37 | 11,73 | 8,21 | 6,42 | 5,20 | 8,10 | 10,30 | 66,33 |
| Каштан конский | 7,83 | 3,75 | 1,83* | 3,09 | 4,34 | 7,09 | 9,00 | 36,93 |
| Липа мелколист. | 21,30 | 10,77 | 8,47 | 8,16 | 9,40* | 12,10 | 14,33 | 84,53 |
| Рябина обыкновен. | 7,77 | 5,84 | 5,21 | 3,65 | 4,46* | 6,04 | 8,32 | 41,29 |
| Сирень обыкновен. | 20,80 | 13,22 | 10,00* | 9,18 | 10,00 | 11,42 | 11,96 | 86,58 |
| Черемуха обыкновен. | 14,87 | 14,00 | 11,45* | 12,59 | 14,20 | 13,28 | 16,45 | 96,84 |
| Ясень обыкновен. | | 16,22 | 9,88 | 8,02 | 7,90 | 10,00 | 12,00* | |

тельности несколько раньше, чем надземная часть. Мы провели длительные опыты по определению поглощения воды срезанными побегами древесных пород в зависимости от их общего физиологического состояния. В одной серии опытов в середине февраля срезанные побеги помещались в потометры, снабженные длинными, свыше метра, капиллярными трубками, что давало возможность провести длительные наблюдения за изменением всасывания воды ветками по мере прорастания на них почек. В начале опыта температура в помещении держалась в пределах 4—6°, по мере приближения к весне она медленно

Таблица 8

Изменение интенсивности транспирации в связи с распусканием почек на побегах у древесных пород

| Наименование древесных пород | Потери воды от первоначального веса (%) | | | | | | | |
|------------------------------------|---|-------------|-------------|--------------|---------------|-------------|-------------|-------------|
| | 11. II—13 II | 13 II—23 II | 23 II—4 III | 4 III—14 III | 14 III—24 III | 24 III—3 IV | 20 IV—30 IV | 11 II—30 IV |
| Дуб черешчатый | 8,29 | 26,37 | 22,24 | 10,78 | 10,65 | 11,99 | 14,10 | 134,35 |
| Каштан конский | 3,51 | 5,01 | 4,47 | 2,03* | 2,03 | 4,48 | 10,82 | 45,37 |
| Липа мелколист. | 4,45 | 10,09 | 9,25 | 8,97 | 3,44 | 6,66* | 17,31 | 81,10 |
| Рябина обыкновен. | 2,50 | 9,96 | 17,55 | 13,16 | 5,35 | 6,93* | 12,64 | 68,09 |
| Сирень обыкновен. | 4,18 | 12,64 | 13,03 | 7,71* | 9,34 | 10,81 | 14,79 | 97,90 |
| Черемуха обыкновен. | 4,79 | 8,62 | 13,48* | 12,49 | 15,56 | 13,96 | 19,68 | 121,92 |
| Ясень обыкновен. | 2,34 | 15,44 | 12,79 | 6,42 | 6,70 | 6,50 | 9,02 | 75,75 |

* Отмечены сроки распускания отдельных почек.

повышалась, в ясные солнечные дни несколько превышая 10° . Результаты этих опытов приведены в табл. 7. В другой серии опытов срезанные побеги при помощи плотной пробки укреплялись в банках с водой. По убыли в весе определялась интенсивность транспирации побегов в условиях непрерывного поступления в них воды. Результаты определений сведены в табл. 8.

Как видно из приведенных в табл. 7 и 8 данных, если срезанные в зимний период побеги привести в соприкосновение с водой, то они способны со значительной силой всасывать воду. Поскольку здесь устранено действие корневого давления, то засасывание воды должно быть отнесено за счет сосущей силы клеток, возросшей вследствие возникшего в побегах известного водного дефицита. По мере покрытия водного дефицита интенсивность поступления воды в побеги уменьшается, и вследствие пополнения запасов воды в побегах создаются условия для активизации ростовых процессов, внешне проявляющихся в распускании почек. С усилением ростовых процессов интенсивность поглощения воды побегами снова возрастает.

Из данных наших опытов выясняется также, что чем большая водопроводящая способность присуща побегам, тем легче они обычно пробуждаются к росту. Так, например, медленнее трогающиеся в рост побеги ясеня, липы и рябины обладали соответственно и меньшей водопоглощающей и водопроводящей способностью по сравнению с легко пробуждающимися к деятельности побегами сирени и черемухи. Однако из этой закономерности имеются отдельные исключения. Побеги дуба в наших опытах проявляли слабую способность к распусканию почек, но обнаруживали высокую способность к водообмену. У побегов дуба вследствие присущей им высокой транспирационной способности даже в условиях облегченного доступа воды для пополнения ее запасов до уровня, необходимого для пробуждения почек, требуется более длительное время, чем у побегов некоторых других слабее транспирирующих видов деревьев. Возникновение благоприятного для ростовых процессов водного режима в почках у дуба, по-видимому, затрудняется также ввиду того, что местами наиболее сильной отдачи воды здесь являются листовые рубцы, расположенные, как известно, непосредственно под почками. Противоположные отношения между рассматриваемыми признаками наблюдаются у побегов конского каштана, которые довольно легко пробуждаются к деятельности, но обнаруживают слабую интенсивность водообмена. Можно считать, что для распускания почек у деревьев наряду с другими условиями необходим также известный перевес процесса поглощения воды над процессом отдачи ее, что у разных растений может достигаться несколько различными путями.

Тесная связь наблюдается у побегов между способностью к поглощению воды и интенсивностью транспираций. Интенсивно

транспирирующие побеги дуба, черемухи, сирени за одинаковый промежуток времени поглощали воды больше, чем слабо транспирирующие побеги конского каштана и ясеня.

Все приведенные выше данные и соображения приводят нас к заключению, что для уменьшения вредного действия неблагоприятных условий перезимовки на древесные и особенно плодовые насаждения необходимо добиваться проведения такой системы мероприятий, которая обеспечивала бы нормальный водный режим для растений в течение всего года.

Выводы

1. Сравнительное изучение особенностей водного режима у плодовых культур показывают, что в период зимовки однолетние побеги у яблони обладают более слабой транспирацией, чем у сливы. Более слабая транспирация яблонь по сравнению со сливами может быть поставлена в связь с их более высокой морозоустойчивостью.

2. Произрастающие в лесах и разводимые в парках виды деревьев транспирируют зимой слабее, чем яблони и особенно сливы. Наименьшая интенсивность транспирации отмечена у однолетних побегов конского каштана и ясеня. Интенсивно транспирируют побеги дуба, которые в этом отношении превосходят побеги плодовых культур.

3. Несмотря на более интенсивную транспирацию, однолетние побеги у слив по сравнению с яблонями в зимний период имеют более высокое относительное содержание воды, что указывает на более интенсивно происходящее в них перемещение воды.

4. Степень морозоустойчивости у изученных древесных растений обычно находится в обратной корреляции с относительным содержанием воды в однолетних побегах и интенсивностью их транспирации в зимний период.

5. Под воздействием естественных низких температур у плодовых культур и древесных пород опасный водный дефицит развивается в однолетних побегах при отсутствии подачи к ним воды уже в течение 2—3 месяцев.

6. Потери воды побегами значительно усиливаются под влиянием ветра. Побеги сливы на ветру при пониженных положительных температурах (4—6°) транспирируют в зависимости от сорта на 20—32% интенсивнее, чем в неподвижном воздухе.

7. Весеннему распусканию почек на побегах у древесных растений предшествует пополнение запасов воды в них. С распусканием почек водообмен в побегах усиливается вследствие повышения интенсивности транспирации.

ЛИТЕРАТУРА

- Бугаевский М. Ф. 1939. Динамика гибели растительной клетки от низких температур. Доклады АН СССР, № 3.
- Васильев П. И. 1930. Зимнее испарение однолетних побегов разных сортов яблони. Научн.-агрон. журн., № 2.
- Генкель П. А. и Окнина Е. З. 1952. Изучение глубины покоя у древесных пород для диагностики их морозоустойчивости. Изд-во АН СССР.
- Гордягин А. Я. 1925. К вопросу о зимнем испарении древесных пород. Тр. Общ. естествоисп. при Казанском гос. ун-те, т. I, вып. 5.
- Жучков Н. Г. 1957. Создание зимостойких садов. Лениздат.
- Иванов Л. А. 1946. Свет и влага в жизни наших древесных пород. Тимирязевское чтение V, изд-во АН СССР, М.—Л.
- (Ильин В. С.) Iljin W. S. 1933. Über den Kältetod der Pflanzen und seine Ursachen. Protoplasma.
- Колесников В. А. 1957. Динамика роста корневой системы плодовых и ягодных растений в течение года. Достижения по садоводству, М.
- Лихонос Ф. Д. 1959. Яблоня. Сельхозгиз, М.—Л.
- Максимов Н. А. 1952. Избранные работы по засухоустойчивости и зимостойкости растений. Том II. Изд-во АН СССР, М.
- Раскатов П. Б. 1939. К изучению водного режима деревьев и кустарников в зимний период в условиях лесостепи европейской части СССР. Сов. ботаника, № 3.
- Рязанцев А. В. 1934. Зимняя транспирация древесных пород и ее значение для их географического распространения. Изв. Пермск. биол. ин-та, № 1—3.
- Туманов И. И. 1955. Причины гибели растений в холодное время года и меры ее предупреждения. Всесоюз. Общ. по распр. пол. и науч. знаний, сер. III, № 56.
- Fischer, A. 1888. Glucose als Reservestoffe der Laubhölzer. Bot. Ztg.
- Fischer, A. 1891. Beiträge zur Physiologie der Holzgewächse. Jrb. Wiss. Bot.
- Greely, A. W. 1902. On the analogy between the effects of loss of water and lowering of temperature. Am. J. Physiol.
- (Kemmer E. und Schulz F.) Кеммер Э. и Шульц Ф. 1958. Проблема морозоустойчивости плодовых культур. Изд-во ИЛ, М.
- Levitt J. a. Scarth G. W. 1936. Frost-hardening studies with living cells. II. Permeability in relation to frost resistance and the seasonal cycle. Canad. J. Res.

VEEREŽIIMI ISEÄRASUSED PUITTAIMEDEL SEOS NENDE KÜLMAKINDLUSEGA

A. Perk

Resümee

Käesoleva artikli autor teostas kahe aasta jooksul mõningate veerežiimi iseärasuste uurimist õuna- ja ploompipuudel, metsades ja parkides kasvavatel puuliikidel seoses nende talvitumisega. Katses kasutati 24 puuliiki. Uurimised näitavad, et katsetaimede üheaastaste võrsete veekaotus sõltub madalate positiivsete ja miinustemperatuuride kestusest ning tuule mõjust. Katsete põhilised tulemused tuuakse järeldustena.

1. Viljapuude veerežiimi võrdlev uurimine näitab, et talvitumisperioodil esineb õunapuu üheaastastel võrsetel palju väiksem transpiratsioon kui ploomipuu võrsetel. Õunapuude võrsete nõrk transpiratsioon on seoses nende suurema pakasekindlusega.

2. Metsades ja parkides kasvavate puude liigid transpireerivad talvitumisperioodil nõrgemini kui õuna- ja eriti ploomipuud. Kõige väiksem transpiratsiooni intensiivsus esineb hobukastani ja saare üheaastastel võrsetel. Intensiivselt transpireerivad tamme võrsed, ületades selles suhtes viljapuude võrseid.

3. Vaatamata sellele, et ploomide üheaastastel võrsetel toimub talvitumisperioodil transpiratsioon intensiivsemalt kui õunapuu võrsetel, on siiski esimestel veesisaldus kõrgem, mis viitab asjaolule, et ploomipuudel toimub intensiivne vee ümberpaigutamine.

4. Uuritud puuliikide üheaastastel võrsetel on pakasekindluse aste harilikult negatiivses korrelatsioonis veesisalduse ja transpiratsiooni intensiivsusega.

5. Looduslikes tingimustes tekib madalate temperatuuride mõjul viljapuude ja ka teiste puuliikide üheaastastes võrsetes vee juurdevoolu puudumisel kahjulik veedefitsiit juba 2—3 kuu jooksul.

6. Võrsete veekaotus suureneb märgatavalt tuule mõjul. Tuule käes madalamatel positiivsetel temperatuuridel ($4-6^{\circ}$) transpireerivad ploomipuu võrsed olenevalt sordist 20—32% intensiivsemalt kui tuule eest kaitstud kohas.

7. Puuliikide võrsete pungade kevadisele puhkemisele eelnev iseloom on veevarude täiendamine. Pungade puhkemisega võrsetes veevahetus suureneb, mis on tingitud transpiratsiooni intensiivistumisest.

BESONDERHEITEN DES WASSERHAUSHALTES DER HOLZGEWÄCHSE IN VERBINDUNG MIT IHRER KÄLTERESISTENZ

A. Perk

Zusammenfassung

Der Autor dieses Beitrages erforschte binnen zweier Jahre im Zusammenhang mit der Überwinterung die Besonderheiten des Wasserhaushaltes sowohl der Apfel- und Pflaumbäume als auch der Bäume, die in Wäldern und Parks wachsen. Insgesamt wurden 24 Baumarten untersucht. Die Versuche zeigen, daß in einjährigen Trieben der Wasserverlust der Versuchspflanzen von der Dauer niedriger positiver und Minustemperaturen und vom Einfluß der Winde abhängt. Die wichtigsten Resultate lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

1) Das Vergleichen des Wasserhaushaltes zeigt, daß einjährige Triebe der Apfelbäume im Winter bedeutend weniger transpirieren als gleiche Triebe der Pflaumbäume. Die schwache Transpiration der Apfelbäume hängt mit ihrer größeren Frostbeständigkeit zusammen.

2) In Wäldern und Parks wachsende Baumarten transpirieren während des Winters schwächer als Äpfel und Pflaumen. Die geringste Transpiration tritt bei einjährigen Trieben der Roßkastanie und der Esche auf. Die Transpiration der Obstbaumtriebe wird von Eichentrieben übertroffen.

3) Ungeachtet dessen, daß bei einjährigen Pflaumentrieben die Transpiration im Winter größer ist als bei Apfeltrieben, ist ihr Wassergehalt groß, was darauf hinweist, daß in Pflaumentrieben eine intensivere Umgruppierung des Wassers stattfindet.

4) Bei den untersuchten Arten ist die Frostbeständigkeit umgekehrt proportional dem Wassergehalt und der Transpirationsintensität.

5) Bei den im Freien wachsenden Trieben der Apfel-, Pflaum- und anderen Bäume tritt durch Fehlen der Wasserzufuhr schädlicher Wassermangel schon im Laufe zweier bis dreier Monate ein.

6) Winde steigern beachtlich den Wasserverlust der Triebe. Bei niedrigen positiven Temperaturen ($4-6^{\circ}$) transpirieren Pflaumentriebe verschiedener Sorten um 20—32% mehr als Triebe vom Winde geschützter Bäume.

7) Im Frühling vergrößern sich die Wasservorräte der Triebe schon vor der Entfaltung der Knospen. Bei der Knospenentfaltung steigt die durch die erhöhte Transpiration verursachte Wasserabgabe der Triebe noch mehr.

VARUAINETE DÜNAAMIKA ÕUNAPUU ÜHEAASTASTES VÕRSETES

J. Viil

Talveperioodi ebasoodsad tingimused tekitavad sageli suuri kahjustusi põllumajandusele, sealhulgas puuviljandusele. Meie viljapuuaedades esinevad talvekahjustused on enamasti seotud madalate temperatuuride mõjuga. Aeg-ajalt korduvad väga külmad talved võivad tunduvalt vähendada viljapuude saagikust ja hävitada terveid viljapuuaedu. Meie vabariigis esinesid sellised talved 1939/40. ja 1955/56. aastal.

Taimede vastupidavus ebasoodsatele tingimustele, sealhulgas madalatele temperatuuridele, on köitnud paljude uurijate tähelepanu, sest see küsimus on väga suure teoreetilise ja praktilise tähtsusega. Sellest annab tunnistust ka 1959. a. märtsis Moskvas toimunud taimede vastupidavuse füsioloogia alane konverents.

Edukaks võitluseks kahjustustega, mida tekitavad viljapuudele madalad temperatuurid, on vaja teada, kuidas kaitsevad taimed end ise ja milliseid muutusi kutsuvad neis esile madalad temperatuurid.

Taimede vastupidavuse määrab neis toimuvate füsioloogiliste protsesside iseloom ja suund, nende ainevahetus. Pakasekindluse uurimisel füsioloogilisest küljest väärrib erilist tähelepanu varuainete kogumine ja nende muutumine kaitseaineteks. Need protsessid olenevad suurel määral viljapuude kasvutingimustest.

Eesti NSV tingimustes selle küsimuse kohta vastavad andmed puuduvad.

Lähtudes eeltoodust teostati uurimisi varuainete dünaamika selgitamiseks õunapuu üheaastastes võrsetes kui puude plastilises ja pakaseõrnas osas.

Terminoloogias lähtuti H. Miidla (1957) poolt antud määranguist: talve-, jahedus-, külma- ja pakasekindlus. Et õunapuu-del kahjustused tekivad enamasti madalate negatiivsete temperatuuride mõjul, on meil tegemist peamiselt mõistega «pakasekindlus» (vastupidavus temperatuuridele alla -20°C). Sellega kõrvuti tuleb mõnel juhul (sügis- ja talvekuudel) kasutada ka mõistet «külmakindlus» (vastupidavus külmadele kuni -20°C).

Analüüsid teostati aastail 1957—1959 Tartu Riikliku Ülikooli taimefüsioloogiakateedris. Materjal selleks saadi Eesti Tarbijate Kooperatiivide Vabariikliku Liidu (ETKVL) Tartu aiandist ja Vasula puukoolist. Katseobjektidena kasutati viit õunapuusorti: 'Valge klaarõun', 'Sügisjoonik', 'Antoonovka', 'Liivi sibulõun' ja 'Tartu roosõun'. Neist neli esimest kuuluvad meie õunapuude põhisortimendi hulka. 'Tartu roosõun' viidi suhteliselt väikese pakasekindluse tõttu põhisortimendist täiendavasse sortimenti. Sordid on valitud vastavalt omadustele: suhteliselt pakasekindlad 'Valge klaarõun' (varavalmiv suvisort), 'Sügisjoonik' (sügisort), 'Antoonovka' (talisort) ning pakaseõrnemad talisordid 'Liivi sibulõun' ja 'Tartu roosõun'. Sortide pakasekindluse iseloomustamisel kasutati G. Hansmani (1957), M. Liia (1957) ja A. Siimoni (1957) poolt esitatud andmeid 1955/56. aasta talvekahjustuste kohta.

Üheaastastes võrsetes analüüsiti tärglise, suhkru-, redutseerivate ainete ja vabade amiinohapete dünaamikat, arvestades nende ainete tähtsust taimede ainevahetuses.

1. Tärglisesisaldus võrsetes ja pungades

Tärglisesisaldus määrati üheaastaste võrsete keskmisest proovist diastaasimeetodi järgi (Jermakov, 1952) üks kord kuus.

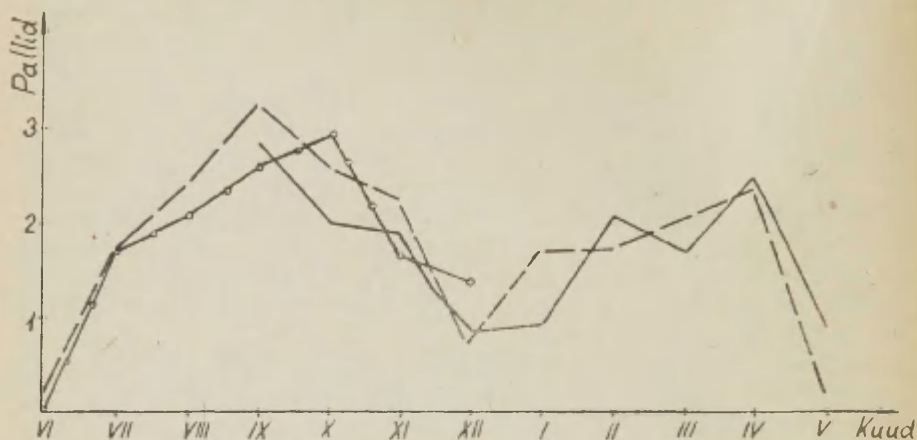
Võrsete erinevates anatoomilistes osades (säsi, perimedulaarne tsoon, niin, koor, puiduparenhüüm ja säsiikiired) ja pungades (alus, keskosa ja kattesoomused) määrati tärglisesisaldus Lygoli lahuse abil.

Tärglisesisalduse hindamine mikrokeemilise meetodi puhul toimus viiepallilises süsteemis:

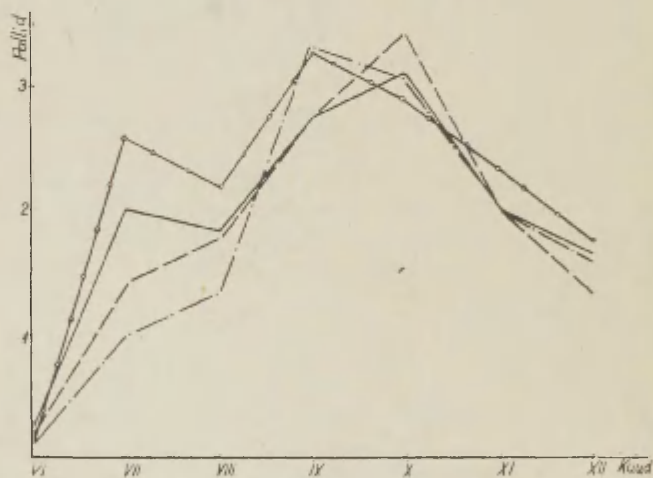
- 5 — peaaegu kõik rakud värvunud;
- 4 — üle poole rakkudest tugevasti värvunud;
- 3 — pool või veidi üle poole rakkudest värvunud;
- 2 — vähem kui pool rakkudest värvunud;
- 1 — üksikud rakud värvunud;
- 0 — värvunud rakke ei esine.

Mikrokeemiliste analüüside andmetel võrsed juunis märgataval hulgal tärglist ei sisalda. Üksikute terakestena leidub tärglist ainult mõnedel sortidel kooses. Sel ajal rakkude protoplasmasse varuaineid ei kogune, sest kõik siia suundunud plastilised ained kasutatakse kasvuprotsessides. Võrsete märgatav kasv lakab juba juulis. Muutub ka ainevahetuse iseloom, mille tõttu sünteesiproduktid ladestuvad varuainetena, peamiselt tärglisena. Tärglise eriti intensiivne kogunemine esineb juulis (joon. 1 ja 2), augustis see aeglustub, mis on arvatavasti tingitud sel perioodil toimuvast viljade kasvust.

1959. a. suvel esines mõnedel sortidel ('Sügisjoonik', 'Liivi sibulõun') augustis isegi väike tärglisesisalduse langus (joon. 2),



Joon. 1. Tärklisesisaldus võrse keskosas sordil 'Valge klaarõun'.
 — 1957/58. a., — — — 1958/59. a., —o— 1959/60. a.



Joon. 2. Tärklisesisaldus võrsetes 1959. a. suvi- ja sügisperioodil sortidel 'Sügisjoonik' ja 'Liivi sibulõun', —o— 'Sügisjoonik' (keskosa), — — — 'Sügisjoonik' (tipuosa), — — — 'Liivi sibulõun' (keskosa), — — — 'Liivi sibulõun' (tipuosa).

sest augusti algul temperatuur langes ja esines sademeid, mida eelneval perioodil ei olnud. Seetõttu toimus võrsete teiseskasv, milleks nähtavasti kulutati ka osa juba ladestunud varuaineid.

Võrreldes keskosaga nihkub võrsete tippudes tärglise kogunemise algus kuu aega edasi ja ka kasv lõpeb siin hiljem. Tärglise kogunemine toimub siis aga väga intensiivselt, saavutades juba järgmisel kuul (augustis) sama taseme kui keskosaski. 1958. aasta suvel sordid selles suhtes ei erinenud, kõigil sortidel algas tärglise kogunemine võrse keskosas juulis ja tipus augustis. Kuid 1959. aastal esinesid sortide vahel suured erinevused. Sortidel 'Valge klaarõun', 'Antoonovka' ja 'Sügisjoonik' toimus tärglisesisalduse tõus võrse tipuosas kaks kuud hiljem kui keskosas, saavutades sama taseme alles septembris. Sortidel 'Tartu roosõun' ja 'Liivi sibulõun' toimus kõige intensiivsem tärglisesisalduse tõus võrse kesk- ja tipuosas üheaegselt — juulis. Ka hilisematel kuudel ei erinenud nendel sortidel võrsete kesk- ja tipuosad oluliselt tärglisesisalduse poolest. Nimetatud asjaolu võis põhjustada see, et sordil 'Tartu roosõun' lõppes võrsete juurdekasv tunduvalt varem ja sordil 'Liivi sibulõun' toimus võrsete juurdekasv aeglasemalt kui teistel sortidel. Samal ajal oli sordil 'Valge klaarõun' võrsete juurdekasv intensiivsem ja lõppes hiljem kui teistel sortidel. Vastupidi sellele lõpetas 'Sügisjoonik' kasvu varakult ja ka võrsete juurdekasv polnud eriti suur. Kõigele vaatamata kogunes võrsetippudes tärglis tunduvalt hiljem kui keskosas. Nähtavasti põhjustas seda antud sordi suhteliselt hea saagikus.

Tärglisesisaldus võrsete kesk- ja tipuosas suureneb oktoobriini. Aastail 1957 ja 1958 saabus sordil 'Valge klaarõun' tärglise maksimum võrreldes teiste sortidega kuu aega varem (septembris). 1959. aastal oli ka sellel sordil maksimum oktoobris, mille põhjuseks võis olla võrsete suur juurdekasv ja kasvu hiline lõppemine, mis omakorda võis olla tingitud vegetatsiooniperioodi erilistest meteoroloogilistest tingimustest.

Tärglise maksimum saabub seoses lehtede langemisega. Maksimumile vahetult eelneval perioodil on kasvuprotsessid lakanud, fotosüntees aga jätkub. Seega rakkudesse tulevad toitained muudetakse varuaineteks. See protsess on iseloomulik kõikidele talveks ettevalmistuvatele taimedele. Lehtede langemisele järgneval perioodil, millal on lakanud fotosüntees, hakkab tärglise hulka vähenema. Tärglist kasutatakse taime elutegevuse protsessides, näit. hingamises. Tärglise hulga vähenemise peamiseks põhjuseks on viimase hüdroloüüs seoses välistemperatuuri langusega (karastumise esimese faasi läbimine). Tärglisesisalduse miinimum on võrsetes detsembris-jaanuaris; hiljem hakkab uuesti tõusma, saavutades kevadise maksimumi enamasti aprillis, mõnedel juhtudel veelgi varem. Mais, peale pungade puhkemist, sisaldavad võrsed tärglist väga väikesel hulgal, peamiselt üksikute terakestena koos. Pungade puhkemisel kasutatakse üheaastastes võrsetes esinevad varuained kasvuprotsessides. Tärglise kevadise

maksimumi põhjus vajab selgitamist. Teatavasti kasutatakse kasvuprotsessides süsivesikuid suhkrute näol. Jääb arusaamatuks, mispärast toimub kevade poole suhkrute üleminek tärkliseks. Võib oletada, et tärklise tekkimine takistab kasvuprotsesside algamist taimedes liiga vara kevadel. Tärklisel on kasvu inaktivaatori funktsioon.

Suvel ilmub tärklis võrsetes kõige esmalt kooses, seejärel niines, puidu säsiikiertes, perimedullaarses tsoonis ja säsis. Seega tärklise sünteesi impulss levib perifeeriast tsentrumi suunas. Samal ajal kui tärklisesisaldus suureneb võrse tsentraalses osas, väheneb see kooses ja niines. Tärklisesisaldus saavutab maksimumi säsis selleks ajaks, kui teda enam ei leidu kooses ega niines. Puidu säsiikiertes, säsis ja eriti perimedullaarses tsoonis säilib tärklis kogu talve. Teostatud katsed ei kinnita D. F. Prot-sen-ko (1958) poolt saadud andmeid, et pakaseõrnod sordid sisaldavad talvel säsis rohkem tärklist kui pakasekindlad. Võimalik, et teostatud katsetes sortide erinevused selles osas ei ilmnenu, sest katse aastatel ei olnud talved kuigi karmid. On võimalik, et kasutatavad sordid ei erine niivõrd oluliselt pakasekindluse poolest, et esineks erinevusi säsi tärklisesisalduses. Küll aga ilmnevad erinevused võrsete kesk- ja pakaseõrnema tipuosa säsi tärklisesisalduse võrdlemisel. Võrse tipuosa säsis sisaldub tärklist rohkem kui keskosa säsis. Säsi kahjustub pakaste puhul kõige kergemini, mis võib olla tingitud mitmest põhjusest. Säsi on võrse kõige vanem osa, milles elusate rakkude hulk on väike. See põhjustab suhteliselt madala pakasekindluse. Arvestades L. S. Sergejevi (1956) seisukohta, võib säsi kahjustusi põhjustada just tärklise säilimine, mis tingib rakkude biokolloidide dehüdratatsiooni. Säsi nõrgem vastupanuvõime võib oleneda suhkrute vähesusest või puudumisest, sest tärklis ei hüdroolüüsu või hüdroolüüs sub väga nõrgalt. Võimalik, et säsis ja perimedullaarses tsoonis on fermentatiivsed süsteemid, mis katalüseerivad tärklise üleminekut suhkruteks, väga madala aktiivsusega, mis võib omakorda oleneda elusate rakkude väikesest hulgast. Kooses ja niines kui võrse aktiivsemates osades toimuvad vastavad muutused tärklisesisalduses intensiivselt.

Pungades leidub tärklist juba juulis võrdlemisi palju, jäädes ka augustis enam-vähem samale tasemele. 1958. a. augustis pungade tärklisesisaldus mõnel juhul isegi langes, mis oli arvatavasti tingitud puude suurest viljakandvusest. 1959. a. augustis esines pungades väiksem tärklisesisalduse langus, sest ka viljakandvus oli väiksem. Märgatavate tärklisesisalduse languste põhjuseks võis olla võrsete teiseskasv augusti algul. Tärklisesisalduse maksimum pungades esines septembris, seega varem kui võrsete teljeosas. Tärklise varajasemat kogunemist pungades võib seletada nende varasema üleminekuga puhkeolekusse, võrreldes vastava võrse teljeosaga. Tärklise hüdroolüüs pungades toimus täielikult novembris, seega üheaegselt koore- ja niineosaga.

Tärklis sisaldavad peamiselt pungade alused ja kattesoomused, kuna keskosas esineb seda harva.

Võrsete tärklisesisaldus, mille määrasime kvantitatiivselt keemilise meetodi abil (Jermakov, 1952), on sügistalvisel perioodil kõige kõrgem sordil 'Liivi sibulõun'. Kõige madalama tärklisesisaldusega on 'Tartu roosõun' (tab. 1).

Tärklisesisaldus võrsetes
(% absol. kuiva aine kohta)

Tabel 1

| Sort | Kuupäev | | | | | | |
|---------------------|---------|---------|----------|--------|-------|--------|---------|
| | 18. VI | 18. VII | 18. VIII | 27. IX | 26. X | 27. XI | 26. XII |
| 1. 'Valge klaarõun' | 2,1 | 3,5 | 5,4 | 6,7 | 6,7 | 5,6 | 4,7 |
| 2. 'Liivi sibulõun' | 1,2 | 2,3 | 3,7 | 5,1 | 6,8 | 5,1 | 5,0 |
| 3. 'Antoonovka' | 2,3 | 2,8 | 3,9 | 6,7 | 7,5 | 6,7 | 5,1 |
| 4. 'Tartu roosõun' | — | 1,1 | 2,1 | 3,6 | 4,8 | 4,8 | 4,0 |
| 5. 'Sügisjoonik' | — | 2,8 | 4,0 | 7,9 | 7,6 | 7,4 | 6,7 |

Tärklisesisalduse muutumine võrsetes oleneb neis toimuvatest füsioloogilistest protsessidest, millele omakorda avaldavad mõju väliskeskkonna-, sealhulgas temperatuuritingimused. Võrse arengus võiks eristada tärklisesisalduse muutuste iseloomu ja suuna järgi järgmisi perioode. Intensiivse kasvu periood, millal võrsed märgatavaid tärklise hulki ei sisalda, hõlmab õunapuudel ajavahemiku vegetatsiooni algusest kuni juuli alguseni. Sellele järgneb teine periood, millal toimub varuainete intensiivne ladestumine, mis õunapuudel kestab juuli algusest (kasvuprotsesside lõppemisest) kuni tärklisesisalduse maksimumini septembris või oktoobris. Kolmandal perioodil, mis hõlmab ajavahemiku septembrist-oktoobrist detsembrini, toimub intensiivne tärklise hüdrolüüs. Sellele järgneb neljas periood, millal tärklisesisaldus on minimaalne, mis langeb suurima pakasekindluse ajajärgule (detsembris ja jaanuaris). Viiendal perioodil (veebruari aprillini) toimub tärklise taasteke. Järgneval, kuuendal perioodil saavutatakse kevadine tärklisesisalduse maksimum.

2. Suhkrute sisaldus võrsetes ja pungades

Suhkrutele, eriti monosahhariididele, omistatakse taimede külmakindluses väga suurt tähtsust. Neid iseloomustatakse kui kaitseaineid protoplasma biokolloidide koaguleerumise vastu (Maksimov, 1952). G. Ullrich ja U. Heber (1958) oletavad, et suhkrute kaitsev toime seisneb selles, et nad sarnanevalt solvaatkihiga hoiavad kolloidosakesi veetustamise eest.

Mõnede autorite järgi (Sergejev, 1956) on suhkrute tekkinine külmakindluse tõusu puhul ainult kaasnähtuseks, kuivõrd see toimub seoses tärglise hüdroolüüsiga.

Monosahhariidide üldine sisaldus määrati kuivatatud võrsete keskmisest proovist Bertrandi järgi.

Tabel 2

Monosahhariidide sisaldus võrsetes
(% absol. kuiva aine kohta)

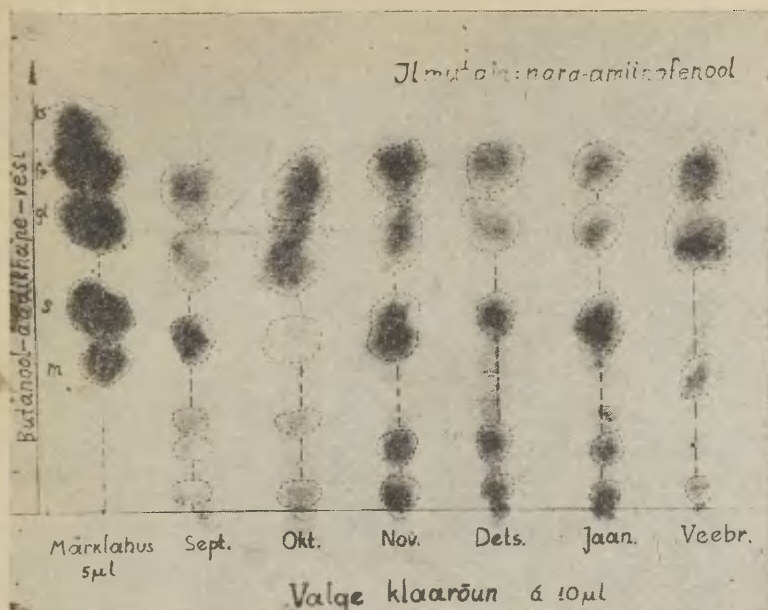
| Sort \ Kuupäev | 18. VI | 18. VII | 18. VIII | 27. IX | 26. X | 27. XI | 26. XII | 28. I | 28. II |
|------------------|--------|---------|----------|--------|-------|--------|---------|-------|--------|
| | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | I | II |
| 'Valge klaarõun' | 2,2 | 2,8 | 0,8 | 1,8 | 2,3 | 2,9 | 3,0 | 4,5 | 2,6 |
| 'Liivi sibulõun' | 2,1 | 1,0 | 0,5 | 1,9 | 2,1 | 2,3 | 3,2 | 5,0 | 3,3 |
| 'Antoonovka' | 2,9 | 4,1 | 1,0 | 2,1 | 2,3 | 2,9 | 3,2 | 5,8 | 3,7 |
| 'Tartu roosõun' | — | 2,1 | 0,8 | 2,0 | 2,3 | 2,6 | 2,7 | 2,0 | 1,8 |
| 'Sügisjoonik' | — | 0,7 | 0,6 | 1,8 | 2,0 | 2,8 | 3,3 | 5,2 | 2,6 |

Sortidel 'Valge klaarõun' ja 'Antoonovka' kasvab monosahhariidide sisaldus juunist juulini (tab. 2). Monosahhariidide sisaldus väheneb kõikidel sortidel juulist augustini, sest sel ajal toimub viljade intensiivne kasv ja intensiivne tärglise süntees, milleks kulutatakse ka osa monosahhariide. Võrsete kasv on selleks ajaks lakanud. Viljade kasv lõpeb enamasti augustis, samuti aeglustub tärglise süntees, mistõttu monosahhariidide hulk hakkab uuesti tõusma. Alates septembrist-oktoobrist tõuseb tärglise hüdroolüüsi tagajärjel monosahhariidide sisaldus veelgi ja saavutab maksimumi jaanuaris. Kevade poole monosahhariidide sisaldus väheneb uuesti. Seega on monosahhariidide dünaamika vastupidine tärglise dünaamikale.

Pungade suhkrute sisaldus määrati paberkromatograafia meetodil, kasutades lahustina butanooli-jää-äädikhappe-vee (4 : 1 : 5) segu ülemist fraktsiooni ja ilmutina para-amiinofenooli (K o ž i n a, 1950).

Saadud andmetel sisaldavad pungad glükoosi, fruktoosi, sahharoosi ja veel kahte kuni kolme suurema molekulaaluga oligosahhariidi (joon. 3). Võimalik, et viimased kujutavad endast tärglise hüdroolüüsi vaheprodukte või monosahhariidide polümeere, mida V. A. K r e t o v i t š i (1952) andmetel leidub taimedes.

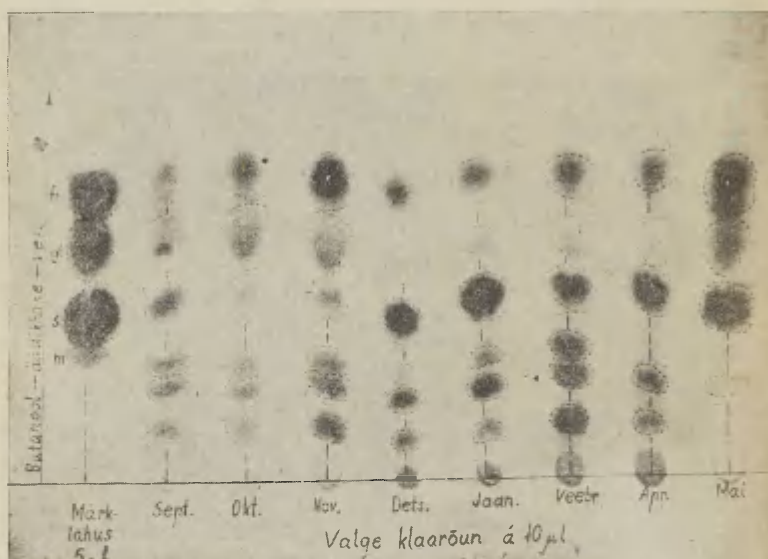
Suvel juulist augustini sisaldavad pungad peamiselt sahharoosi. Glükoosi ja fruktoosi kas ei leidu üldse ('Valge klaarõun') või teda esineb väga väikestes kogustes, oligosahhariidid aga puuduvad täielikult. Viimased ilmuvad alles septembri lõpul või oktoobri algul, samal ajal, kui algab tärglise hüdroolüüs. Paralleelselt suureneb tunduvalt ka glükoosi ja fruktoosi hulk. Talvekuudel on kõige stabiilsem glükoosi- ja fruktoosisisaldus, märgatavalt muutub sahharoosi ja teiste oligosahhariidide hulk. Oktoobris väheneb pungade sahharoosisisaldus, millega üheaegselt ühte-



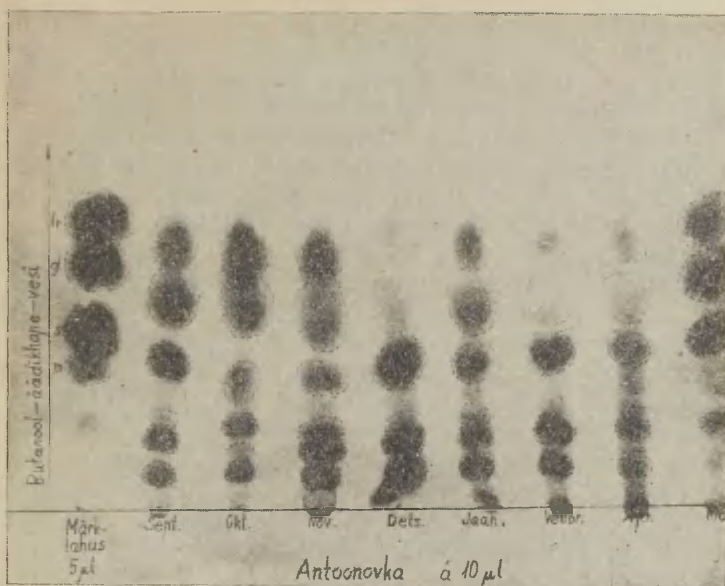
Joon. 3. Pungades esinevate suhkrute kromatogrammid. ks — ksüloos, fr — fruktoos, gl — glükoos, s — sahharoos, m — maltoos.



Joon. 3a. Pungades esinevate suhkrute kromatogrammid. ks — ksüloos, fr — fruktoos, gl — glükoos, s — sahharoos, m — maltoos.



Joon. 4. Koores ja niines esinevate suhkrute kromatogrammid. fr — fruktoos, gl — glükoos, s — sahharoos, m — maltoos.



Joon. 4a. Koores ja niines esinevate suhkrute kromatogrammid. fr — fruktoos, gl — glükoos, s — sahharoos, m — maltoos.

del sortidel ('Valge klaarõun') suureneb glükoosi, teistel aga ('Liivi sibulõun', 'Antoonovka') oligosahhariidide hulk. Novembris suureneb uuesti sahharoosi hulk. Veebruaris mõnedel sortidel ('Sügisjoonik') sahharoosi hulk jällegi tunduvalt langeb või kaob hoopis ('Valge klaarõun'), samal ajal suureneb glükoosi hulk.

Detsembris ja jaanuaris tõuseb kõikide sortide pungades oligosahhariidide sisaldus, mis alates veebruarist väheneb.

Kui varem taimede pakasekindluse seisukohalt lähtudes tõsteti esile monosahhariide, siis viimasel ajal on selgunud ka oligosahhariidide tähtsus (Jeremias, 1957; Sergejev, 1959).

Üheaastaste võrsete kooses ja niines leidub glükoosi, fruktoosi, sahharoosi ja veel kahte kuni nelja oligosahhariidi (joon. 4). Sügiskuudel on kooses ja niines võrdlemisi palju glükoosi ning fruktoosi, kusjuures viimane on harilikult ülekaalus. Sahharoosi leidub palju septembris, kuid oktoobris viimase hulk väheneb tunduvalt. Novembris ja eriti detsembris tõuseb sahharoosisisaldus tunduvalt. Samal ajal langeb monosahhariidide sisaldus.

Kooses ja niines esineb talvekuudel märgatav oligosahhariidide sisalduse tõus, mis kulgeb mõnevõrra aeglasemalt kui pungades. Oligosahhariidide koosesisus ilmnevad aga kvalitatiivsed muutused. Sordid erinevad omavahel oligosahhariidide sisalduse poolest rohkem kui monosahhariidide osas. Sordid 'Sügisjoonik' ja 'Tartu roosõun' sisaldavad talveperioodil peale sahharoosi veel kahte oligosahhariidi. Ka sordil 'Liivi sibulõun' esineb detsembris kaks, kuid jaanuaris juba neli oligosahhariidi. Võimalik, et sellele sordile avaldas mõju jaanuari alguses esinenud keskmise õhutemperatuuri tõus, mille tõttu üksikute suhkrute vahekord muutus.

Nii tärglase kui suhkrute dünaamika järgi on temperatuuri muutuste suhtes stabiilsemad sordid 'Tartu roosõun' ja 'Sügisjoonik', labiilsemad 'Liivi sibulõun' ja 'Antoonovka'. Sort 'Valge klaarõun' on vahepealne.

Talvekuudel tekivad kooses, niines ja pungades oligosahhariidid, mis puuduvad vegetatsiooniperioodil. Pungades muutub talve jooksul rohkem oligosahhariidide sisaldus, kooses aga monosahhariidide ja sahharoosisisaldus. Kevadel oligosahhariidide sisaldus langeb ja monosahhariidide hulk tõuseb, mis on tingitud arvatavasti sellest, et kasvuprotsessides kasutatakse monosahhariidide kergemini.

3. Redutseerivate ainete sisaldus võrsetes ja pungades

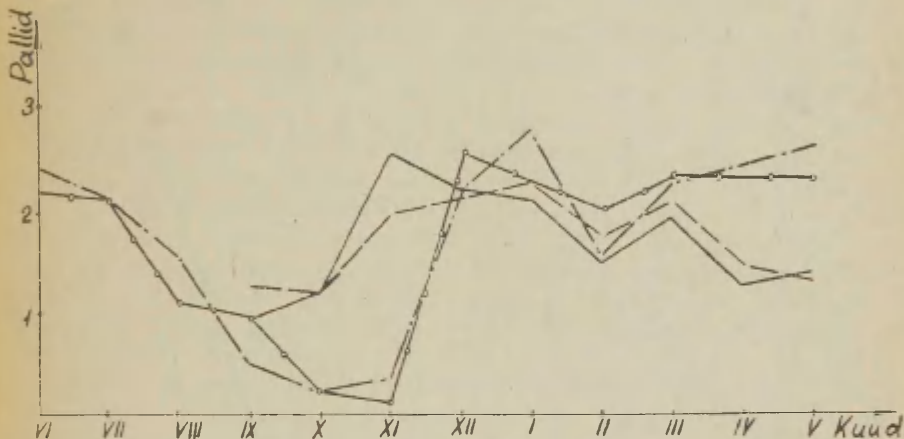
Redutseerivate ainete hulka kuuluvad küllastamata sidemetega rasvhapped, rasva-, vaha- ja vaigutaolised ained jne., mis annavad reaktsiooni osmiumhappega.

Redutseerivate ainete osatähtsus pakasekindluses pole küllaldaselt selgitatud. Tähelepanu väärib T. P. Petrovskaja

(1955) oletus, et redutseerivatest ainetest oleneb suurel määral redoksprotsesside intensiivsus.

Redutseerivate ainete sisaldus määrati mikrokeemiliselt osmiumhappe abil (D ž a p a r i d z e, 1953).

Saadud andmetel sisaldavad võrsed (eriti koore- ja niineosa) ja pungad redutseerivaid aineid juba juunis. Edaspidi nende sisaldus väheneb ja langeb miinimumini oktoobris-novembris (joon. 5). Miinimumijärgsel perioodil toimub redutseerivate ainete sisalduses uuesti tõus, kusjuures maksimum saavutatakse detsembris.



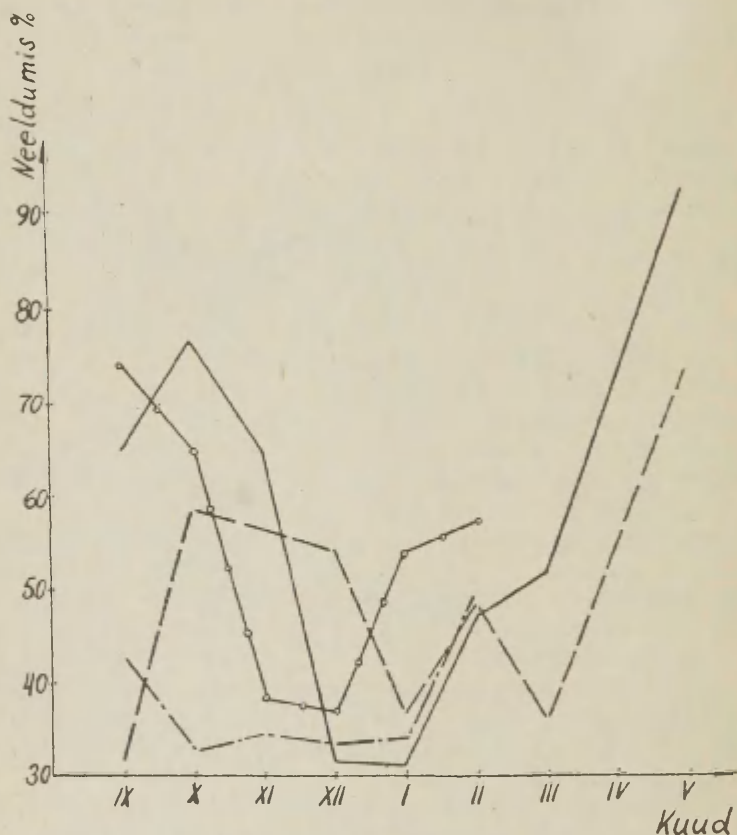
Joon. 5. Redutseerivate ainete sisaldus võrsete keskosas sortidel 'Valge klaarõun' ja 'Liivi sibulõun', ——— 'Valge klaarõun' 1957/58. a., —o— 'Valge klaarõun' 1958/59. a., ——— 'Liivi sibulõun' 1957/58. a. — — — 'Liivi sibulõun' 1958/59. a.

Pungades jääb redutseerivate ainete sisaldus kõrgeks ka jaanuaris, viimased esinevad peamiselt aluses ja kattesoostes. Üldiselt jääb redutseerivate ainete sisaldus kevadtalvisel perioodil kõrgemaks kui sügisperioodil.

Et redutseerivaid aineid leidub võrsetes küllaltki suurtes hulkades juba juunis, intensiivse kasvu ajal, ei saa neid vaadelda varuainetena. See kinnitab eespool toodud T. P. P e t r o v s k a j a seisukohta, millele vastavalt positiivne korrelatsioon esineb redutseerivate ainete sisalduse ja kasvu intensiivsuse vahel. Juulis hakkavad kasvuprotsessid aeglustuma, samaaegselt väheneb ka redutseerivate ainete sisaldus. Oktoobrist detsembrini toimub redutseerivate ainete sisalduse uus tõus seoses varuainete muutmiseiga kaitseaineteks ja kasvuprotsesside ajutine aktiviseerumine. Teiselt poolt võivad redutseerivad ained tekkida kui tähtlase rasvadeks ülemineku vaheproduktid. Rasvade sisaldus võrsetes (nagu suhkrute sisalduski) talvekuudel tõuseb ja nad esinevad koos suhkrutega kaitseainetena.

4. Vabade amiinohapete dünaamika

Vabade amiinohapete summaarne sisaldus määrati fotoelektrokolorimeetriliselt ninhüdriinireaktsiooni abil. Ninhüdriiniga värvuvad ainult α -amiinohapped, erinedes üksteisest värvuse intensiivsuse poolest. Seepärast on nimetatud viisil saadud tulemused ligikaudsed, kuid annavad siiski teatud pildi vabade



Joon. 6. Vabade amiinohapete sisalduse dünaamika koores ja pungades sortidel 'Valge klaarõun' ja 'Tartu roosõun'. — 'Valge klaarõun' (koor), —o— 'Valge klaarõun' (pungad), — — — 'Tartu roosõun' (koor), — — — 'Tartu roosõun' (pungad).

amiinohapete dünaamikast. Taimedes esinevad peamiselt α -amiinohapped (Blagoveštšenski, 1958).

Vabade amiinohapete sisaldus koores suureneb kõigil sortidel kuni oktoobrini, s. o. lehtede langemiseni (joon. 6). Seejärel algab kiire amiinohapete sisalduse langus, mis on eriti järsk sortidel 'Sügisjoonik', 'Valge klaarõun' ja 'Liivi sibulõun', aeglasem sor-

tidel 'Antoonovka' ja 'Tartu roosõun'. Talvel jääb vabade amiinohapete sisaldus palju madalamaks kui sügisel. Sortidel 'Sügisjoonik', 'Antoonovka' ja 'Tartu roosõun' on vabade amiinohapete sisaldus võrdlemisi kõikuv, sortidel 'Liivi sibulõun' ja 'Valge klaarõun' stabiilsem. Kolmel esimesel sordil kestab langus märtsi lõpuni või aprilli alguseni, kahel viimasel sordil algab tõus juba jaanuaris-veebruaries. Kevadel üheaegselt pungade paisumise ja puhkemise ning kasvuprotsesside algamisega suureneb vabade amiinohapete hulk. Eriti järsk tõus toimub aprillist maini.

Sordil 'Valge klaarõun' esineb talvel kõige vähem vabu amiinohappeid, vaatamata nende kõrgele sisaldusele sügisel. Amiinohapped leiavad kasutamist varuvalkude sünteesil (P o p l a v s k i, 1956; K o b e l, 1957; P r o t s e n k o, 1958). Lähtudes eeltoodust võib arvata, et varuvalke koguneb kõige rohkem sordil 'Valge klaarõun'. Arvatavasti toimub valkude süntees mõningal määral nõrgemini sordil 'Liivi sibulõun', mis sisaldab sügisel vabu amiinohappeid suhteliselt palju, talvel nende sisaldus jääb kõrgemaks kui sordil 'Valge klaarõun'. Sordil 'Tartu roosõun' on vabade amiinohapete sisaldus juba sügisel madalam kui teistel sortidel, järelikult esineb ka valkude sünteesiks lähteaineid vähem. Seetõttu pole viimasel sordil amiinohapete dünaamika ja lämmastikku sisaldavate varuainete kogunemine nii ulatuslik.

Koores ja pungades esinevate vabade amiinohapete dünaamika võrdlemisel selgub, et viimastes on see ühtlasem ning sortidevahelised erinevused on väiksemad. Pungades algab vabade amiinohapete sisalduse langus varem kui koores, mis võib olla tingitud sellest, et pungad lähevad puhkeolekusse varem. Uus vabade amiinohapete sisalduse tõus pungades algab juba veebruaris, seega kuu aega varem kui koores (välja arvatud 'Tartu roosõun', millel tõus koores ja pungades toimub üheaegselt). See näitab, et pungad lähevad aktiivsesse seisundisse märksa varem kui koor. Sel ajal toimuvad kasvu ettevalmistavad protsessid. Võrreldes pungadega toimuvad nimetatud protsessid koores nõrgemini, mistõttu vabade amiinohapete hulk tõuseb vahetult koos kasvuprotsesside ja ainete liikumise algusega.

Sordid erinevad vabade amiinohapete kvantitatiivse sisalduse poolest rohkem sügisel ja kevadel, mil nende sisaldus on üldiselt kõrge. Talvel on erinevused väiksemad.

Amiinohapete kvalitatiivne määramine paberkromatograafia meetodil näitas, et sügis- ja kevadkuudel sisaldavad õunapuu võrsed kergesti lahustuvatest amiinohapetest arvatavasti trüptofaani ja türosiini, mida ei leidu talvekuudel. Talvekuudel esineb võrsetes raskemini lahustuvaid amiinohappeid, aga ka neid palju vähem kui suvel (sordi 'Valge klaarõun' koores juunis 11 vaba amiinohapet, detsembris kaks; sordil 'Tartu roosõun' on vastavad arvud kümme ja neli). Trüptofaanil on kasvuprotsessides eriti suur tähtsus, sest ta on lähteaineks kasvuainete sünteesil.

Seega on õunapuudel lämmastikku sisaldavateks varuaineteks

mitte vabad amiinohapped, vaid keerukama koostisega valkained. Vabade amiinohapete dünaamika ulatus sõltub sordi iseärasustest, dünaamika käik aga võrsete füsioloogilisest seisundist.

Järeldused

1. Tärglisesisalduse dünaamika õunapuu üheaastastes võrsetes onoleb füsioloogilisest seisundist ja välistingimustest. Lähtudes tärglisesisalduse dünaamikast võib eristada võrsete arengutsükli järgmisi etappe: 1) võrsete hoogne kasv; 2) varuainete intensiivse ladestumise periood; 3) tärglise intensiivne hüdrolüüs; 4) minimaalse tärglisesisalduse periood; 5) kevadine tärglise resünteis.

2. Monosahhariidide sisaldus võrsetes väheneb suvekuudel seoses viljade kasvu ja tärglise intensiivse sünteesiga. Peale viljade kasvu lõppemist hakkab monosahhariidide sisaldus tõusma fotosünteesi jätkumise tõttu, pärast lehtede langemist aga tärglise hüdrolüüsi tagajärjel. Pungades esinevad suhkrud suvel peamiselt sahharoosina. Suve lõpul koguneb pungadesse glükoosi ja fruktoosi ning sügisel oligosahhariide. Koor ja niin sisaldavad suvel suhkrutest kõige rohkem sahharoosi, vähem glükoosi ja fruktoosi. Sügisel ning talvel koguneb koores ja niines palju oligosahhariide. Talvekuudel on pungades muutlikum oligosahhariidide sisaldus, koores ja niines monosahhariidide ja sahharoosisisaldus.

3. Redutseerivate ainete dünaamika on vastupidine tärglise dünaamikale. Redutseerivate ainete sisaldus võrsetes on kõrge intensiivse kasvu ajal, langeb paralleelselt kasvu aeglustumisega ja tärglise sünteesiga ning tõuseb uuesti paralleelselt tärglise hüdrolüüsiga, saavutades maksimumi detsembris-jaanuaris. Redutseerivate ainete sisaldus on kevadtalvisel perioodil kõrgem kui sügisperioodil.

4. Vegetatsiooniperioodil sisaldavad õunapuu üheaastased võrsed palju vabu amiinohappeid, kusjuures erilist tähtsust näib omavat trüptofaan. Kõige suurem vabade amiinohapete sisaldus koores, niines ja pungades on intensiivse kasvu ajal. Paralleelselt kasvu aeglustumisega väheneb vabade amiinohapete sisaldus. Sügisel enne lehtede langemist toimub nende sisalduse uus tõus, mille järel oktoobris saavutab sügisese maksimumi. Võrsete üleminekul pakasekindlasse olekusse väheneb vabade amiinohapete sisaldus tunduvalt ja langeb miinimumini detsembris-jaanuaris. Miinimumile järgneval perioodil hakkab vabade amiinohapete sisaldus tõusma, kusjuures tõus on eriti järsk vahetult enne pungade puhkemist. Vabade amiinohapete dünaamika ulatus sõltub sordi iseärasustest.

KIRJANDUS

- Hansman, G., 1957. Kahjustustest Eesti NSV puuviljaaedades 1955./56. a. talvekülmade tagajärjel. «Sotsialistlik Põllumajandus», 1.
- Jeremias, K., 1957. Zur Physiologie der Frosthärtung (Unter besonderen Berücksichtigung von Winterweizen). Planta, 47, 1.
- (Kobel, F.) Кобель Ф., 1957. Плодоводство на физиологической основе. Москва.
- Liias, M., 1957. Talvekahjustusi Jõgeva sordiaretusjaama puuviljaaedades. «Sotsialistlik Põllumajandus», 3.
- Miidla, H. 1957. Viljapuude pakasekindluse teoreetilisi aluseid ja nendest tulenevaid praktilisi järeldusi. Praktilisi küsimusi aianduses ja mesinduses (EAMS Tartu osakonna I teadusliku sessiooni materjalid).
- Siimon, A. 1957. Veel kord 1955./56. a. talvekahjustustest viljapuudel Eesti NSV-s. «Sotsialistlik Põllumajandus», 11.
- (Ullrich, G., Heber, U.) Улльрих Г., Хебер У., 1958. О защитном влиянии сахаров на морозостойкость озимой пшеницы. Сельское хозяйство за рубежом, 3.
- Благовещенский А. В., 1958. Биохимия обмена азотосодержащих веществ у растений. Москва.
- Джапаридзе Л. И., 1953. Практикум по микроскопической химии растений.
- Ермаков А. И. и др., 1952. Методы биохимического исследования растений.
- Кожина И. С., 1950. Разделение и определение углеводов растений методом распределительной хроматографии на бумаге. Ботанический журнал, 9.
- Кретович В. А., 1952. Основы биохимии растений. Москва.
- Максимов Н. А., 1952. Избранные работы по засухоустойчивости и зимостойкости растений, 2. Москва.
- Петровская Т. П., 1955. Состояние покоя цветочных почек древесно-кустарниковых растений. Труды Ин-та физиол. растений им. К.А.Тимирязева АН СССР, 9.
- Поплавский К. М., 1956. О динамике азота в зимний период у яблони. Труды Плодоовощного ин-та им. И. В. Мичурина, 9.
- Проценко Д. Ф., 1958. Морозостойкость плодовых культур СССР. Киев.
- Сергеев Л. И., 1956. О роли крахмала при повреждении растений морозом. Бюллетень Глав. бот. сада, 25.
- Сергеев Л. И., 1959. Физиолого-биохимические особенности зимостойких и незимостойких древесных растений. Тезисы докладов конференции по физиологии устойчивости растений. Москва.

ДИНАМИКА ЗАПАСНЫХ ВЕЩЕСТВ В ПОБЕГАХ У ЯБЛОНЬ

Ю. Вийль

Резюме

Среди процессов, совершающихся в многолетних растениях в связи с их подготовкой к перезимовке и в зимний период, важное значение принадлежит процессам накопления и превращения запасных веществ. Однако интенсивность и направленность этих процессов у основных плодовых культур, разводимых в Эстонской ССР, оставались не затронутыми исследованиями, несмотря на то, что недоборы урожая плодов от зимнего по-

вреждения деревьев имеют место почти ежегодно, а в отдельные годы принимают катастрофические размеры.

В связи с этим автором настоящей статьи в течение трех лет проводилось изучение динамики крахмала, сахара, свободных аминокислот и редуцирующих веществ в однолетних побегах у сортов яблони Антоновка, Белый налив, Осеннее полосатое, Лифляндское луковичное и Тартуское розовое.

На основании динамики накопления и превращения крахмала представляется возможным выделить в годичном цикле развития побегов яблони следующих периодов или этапов. 1. Период интенсивного роста побегов, во время которого в них не обнаруживается заметных количеств крахмала. Этот период продолжается с начала вегетации растений обычно до начала июля. 2. Период интенсивного отложения в тканях побегов запасного крахмала, обусловленного приостановкой роста побегов. Интенсивное отложение крахмала в средней части побегов отмечено в июле, в верхушечной части побегов — в августе с одновременным замедлением темпов его отложения в средней части, что, очевидно, обусловлено быстрым развитием в это время плодов. В течение сентября достигается равномерное распределение крахмала по всей длине побега. Максимальное содержание крахмала (осенний крахмальный максимум) в побегах приходится на октябрь. 3. С утратой ассимиляционного аппарата и понижением температуры окружающей среды происходит уменьшение содержания крахмала в связи с превращением его в защитные вещества. 4. Период зимнего крахмального минимума, который приходится на самое холодное время года (декабрь, январь). 5. Период обратного ресинтеза крахмала из защитных веществ, усиливающегося по мере повышения температуры, вследствие чего в апреле достигается второй максимум содержания крахмала в побегах.

Динамика крахмала не во всех частях побега протекает одинаково. В период вегетации растений отложение запасного крахмала начинается с коры и распространяется в радиальном направлении к центру побега. По сравнению с осевой частью побега, в почках начало накопления крахмала передвигается на более ранний период, что, по-видимому, связано с более ранним переходом их в состояние покоя. Наименее глубокие превращения крахмала зимой отмечены в сердцевине верхушек побегов, являющихся наиболее уязвимыми частями к повреждающему воздействию морозов.

Динамика моносахаров в побегах по направленности противоположна динамике крахмала.

Проведенное разделение сахаров в пробах из почек и коры методом бумажной хроматографии показало, что в летний период в них преобладает сахароза, тогда как редуцирующие сахара представлены в ничтожных количествах. В осенне-зимний период в указанных частях побегов удалось обнаружить еще

наличие от одного до четырех олигосахаров, которых автору не удалось идентифицировать. Зимой основные изменения в содержании сахаров в почках происходит за счет последних нераспознанных олигосахаров, а в коре — за счет моносахаров и сахарозы.

Содержание в побегах редуцирующих веществ, определяемых по реакции с осмиевой кислотой, является значительным в июне; позднее оно падает и достигает минимума в октябре-ноябре. После этого количество редуцирующих веществ вновь возрастает и достигает максимума в декабре. В течение второй половины зимы содержание редуцирующих веществ в побегах изменяется незначительно.

Содержание свободных аминокислот в побегах является значительным летом, особенно в июне, когда совершается интенсивный рост побегов. В течение июля и августа наблюдается некоторое снижение их содержания, за которым следует небольшое повышение в октябре и новый спад с достижением минимума в январе.

DIE BIOCHEMISCHEN UMSETZUNGEN DER RESERVESTOFFE EINJÄHRIGER APFELBAUMTRIEBE

J. Viil

Zusammenfassung

Die Widerstandsfähigkeit der Pflanzen gegen ungünstige Umweltbedingungen wird durch den Charakter und Verlauf der physiologischen Prozesse bestimmt. Insbesondere gilt das für die Reservestoffe, die sich in Schutzstoffe umwandeln können. Aus diesem Grunde wurden vom Verfasser des vorliegenden Beitrages die einjährigen Triebe von fünf Apfelsorten auf die Veränderungen in dem Stärke- und Zuckergehalt als auch im Gehalt der reduzierenden Stoffe und freier Aminosäuren untersucht.

Die Dynamik des Stärkegehaltes einjähriger Apfeltriebe hängt von ihrem physiologischen Zustande ab. Während der Entwicklung der Triebe kann man auf Grund des Stärkegehaltes folgende Perioden unterscheiden:

- 1) Schnelles Wachstum der stärkefreien Triebe
- 2) Intensive Speicherung von Reservestoffen
- 3) Hydrolyse der Stärke und Übergang in Schutzstoffe
- 4) Höchste Frostbeständigkeit bei geringstem Stärkegehalt
- 5) Resynthese von Stärke und dadurch bedingter maximaler Stärkegehalt im Frühling.

In den Knospen, in der Rinde und im Phloem tritt Zucker in Sommermonaten hauptsächlich als Saccharose auf, während Glykose und Fruktose sehr in den Hintergrund treten. Im Herbst

und Winter enthalten die genannten Pflanzenorgane und Gewebe außer Saccharose noch zwei bis vier Arten von Oligosacchariden. In Wintermonaten hat man in den Knospen einen unterschiedlichen Oligosaccharidgehalt, in der Rinde und im Phloem aber einen unterschiedlichen Gehalt an Monosacchariden und Saccharose festgestellt. Schon im Juni sind in Trieben reduzierende Stoffe in bedeutendem Maße vorhanden, darauf nimmt ihr Gehalt ab und erreicht im Oktober/November einen Min.-Wert. In der folgenden Periode weisen die Triebe eine Steigerung an Gehalt der reduzierenden Stoffe auf, der im Dezember den Max.-Wert erreicht. Gegen Frühling ist die Menge der reduzierenden Stoffe in der Regel größer als im Herbst.

Während des intensiven Wachstums im Juni zeigte sich in den Trieben ein reicher Gehalt an freien Aminosäuren. In der zweiten Hälfte des Sommers nimmt ihr Gehalt ab, steigt erneut im Herbst und erlangt im Oktober den Max.-Wert. Nach diesem Höhepunkt nimmt ihr Gehalt wieder ab, um im Januar den tiefsten Stand zu erreichen.

VARUAINETE DÜNAAMIKAST VIINAPUULISTE (VITACEAE LINDL.) ÜHEAASTASTES VÕRSETES

Bioloogiakand. H. Miidla

Tartu Riikliku Ülikooli taimefüsioloogiakateedri uurimised viinapuu võrsete valmimisprotsessist (Miidla, 1960) näitavad, et varuainete talletamise intensiivsus ja ulatus on võrsete valmimise eelduseks. Viimasest omakorda aga oleneb taime vastupanuvõime ebasoodsatele talvetingimustele. Järelikult peab varuainete kogunemine, mis algab juba vegetatsiooniperioodi keskel, omama olulist kohta nii meie kliimaga vähekohanenud viinapuu kui ka teiste puittaimede külmakindluse kujunemises.

Peamiseks ladestuvaks ja jälgitavaks varuaineks on tärklis. Et viimane on aga lähtematerjaliks kaitseainetele (suhkrud ja rasvad) külma vastu, siis on siin tärklise muutumisel oluline tähtsus.

Külmakindluse põhjuste kohta on palju eri seisukohti ja arvamusi. Paljudel külmakindlatel ja hästi kohanenud taimedel koguneb plastilisi aineid suurel hulgal, kuid vaatamata sellele ei ole alati suudetud konstateerida sidet plastiliste ainete hulga ja taime külmakindluse vahel. Küsimus, kas taimede kahjustusi madalate temperatuuride tagajärjel võib seletada varuainete talletamise ulatuse põhjal ning nende kaitsva toimega protoplasmale, on siiani vaieldav.

Osa teadlasi vaatleb suhkruid kui spetsiaalseid kaitseaineid protoplasma kolloidide koagulatsiooni vastu (Lydfors, 1907). Viimasel seisukohal asub N. A. Maksimov (1952). Ta näitab, et peale suhkrute on olemas veel teisi aineid, millel on samasugune toime. Näiteks glütseriini viimisel taimedesse tõusis külmakindlus.

A. I. Govorov (1923) märgib, et eriti oluline on jälgida mitte suhkrute absoluutset üldhulka, vaid selle muutusi vastavalt temperatuurimuutustele.

L. I. Sergejev (1953) ei pea suhkruid kaitseaineteks. Tema järgi näitab suhkruisalduse tõus külmakindluse tõusu sedavõrd, kui võrd ta kaasneb tärklise kadumisega kudedest.

Teiseks ainete rühmaks, mis tekivad tärklise biokeemilisel

muundumisel, on rasvad, mis on samuti nagu suhkrudki kaitseaineteks (Russow, 1882; Fischer, 1891; Henckel ja Oknina, 1954). Kohanenud ja külmakindlaid liike ning sorte iseloomustab ühtsete tugevate lipoidikihtide moodustamine protoplasma pinnal. Külmaõrnel sortidel on rasvad rakkudes aga üksikute tilkadena.

T. P. Petrovskaja (1955) osutab erilist tähelepanu külastamata rasvhapetega rasvadele, mida ta vaatleb koos redutseerivate ainetega.

Külmakindluse täielikuks omandamiseks on vaja taimel kogu ainevahetus vastavalt ümber korraldada, mida iseloomustab kindlate füsioloogiliste ja biokeemiliste muutuste toimumine. See nõuab aega ja harjumist ning teatavate välistingimuste olemasolu. Niisugust perioodi nimetab I. I. Tumanov (1955a) karastumisperioodiks. Ta vaatab seda kui üleminekut vastandlike perioodide vahel — üleminekut vegetatsiooniperioodilt külmakindlale perioodile. Karastumisprotsess toimub kõige paremini temperatuuri aeglasel, järkjärgulisel langemisel. Ta algab madalatel positiivsetel temperatuuridel, mil toimub ka protsessi esimene faas. Teise faasi läbimiseks, mille jooksul toimub külmakindluse maksimaalne kasv, on vajalikud nullist madalamad temperatuurid. Karastumisel ainevahetuse intensiivsus langeb. Tekivad muutused protoplasmas. Samal ajal tekivad rakkudes tähtsise arvel kaitseained — suhkrud ja rasvad. Tähtsise hulk kude des väheneb.

M. L. Vartanjan (1952, 1957) andmetel peavad valminud üheaastased viinapuu võrsed sisaldama oktoobrikuus vähemalt 18—20% süsivesikuid, milledest 50% moodustavad lahustunud suhkrud. Sellises olukorras võivad võrsed taluda külma kuni -20°C .

Sügavpuhkefaasi seosest külmakindlusega räägivad paljude uurijate, nagu K. Peretoltšini (1904), S. J. Mininbergi (1948) ning D. F. Protsenko ja L. K. Polištšuki (1948) tööd. Kaks viimast autorit näitavad aga, et see nähtus ei ole karakterne kõikidele taimedele.

P. A. Henckel ja O. A. Sitnikova (1953), P. A. Henckel ja E. Z. Oknina (1954), E. Z. Oknina ja A. J. Kuzmin (1955) jt. konstateerivad absoluutset sidet sügavpuhkefaasi pikkuse ja külmakindluse vahel.

Osa teadlasi (Bazilevskaja, 1955; Kondo, 1955; Guzev, 1957) eesotsas I. I. Tumanoviga (1940) ei pea aga vajalikuks ühineda viimati nimetatute seisukohtadega.

Lääne-Euroopa teadlastest J. T. Rosa (1921), R. Newton (1924), J. Levitt (1941) jt. vaatlevad taime kui konstruktsiooni ja peavad taime surma põhjuseks elusa aine struktuuri kahjustumist külma tagajärjel, mitte aga spetsiaalset ainevahetuse rikkumist. On selge, et ilma ainevahetuseta ei saa taim eksisteerida.

Enamiku nõukogude teadlaste (Tumanov, 1955a, 1955b, 1956; Maksimov, 1952; Sergejev, 1953, 1956 jpt.) uurimused näitavad, et taimede kohanemine madalate temperatuuridega ja uute elamistingimustega on kindlaks määratud taime individuaalse arengu peamiste seadustega. Vastupidavamad on need vormid, millede ainevahetuse muutlikkuse amplituud on suurem kui teistel. See asjaolu annabki neile võimaluse paremini kohaneda keskkonna muutustega. Mitte ainevahetuse püsivus, vaid selle plastilisus on see, mis teeb ühe taime vastupidavamaks kui teise. Külmakindlamad liigid ja sordid on võimelised kohanema ebasoodsate tingimustega.

Katsete eesmärk, koht, materjal ja meetodika

Nagu kirjanduse andmetest näeme, on aastasadade kestel teadlasi paelunud taimede külmakindluse küsimus, sest igal aastal korduv külm aastaag tekitab kahju paljudele taimedele.

Viinapuu on mõõdukalt sooja kliima taim ja võrreldes teiste puittaimedega suhteliselt külmaõrn, eriti seal, kus ta on vähe kohanenud. Meie vabariigi kliimatingimustes, kus õhutemperatuur talvel langeb alla -15°C , tuleb külmaõrnad viinapuu liigid talveks kinni katta. Seepärast võime Eesti NSV-s kasvatavate viinapuude puhul rääkida külma- ja talvekindlusest, sest pakane, s. o. temperatuur alla -20°C , vaevalt kahjustab meie tingimustes viinapuid kattematerjali ja lumikatte all, vastupidi teistele puittaimedele ja nendele viinapuu liikidele, millede pealmaasüsteem jääb katmata kogu talveks.

Käesolevas töös esitatakse andmeid varuainete dünaamika kohta viinapuuliste üheaastastes võrsetes ning püütakse leida varuainete (tähtlis, suhkrud, redutseerivad ained) määramise teel, s. o. kaudse meetodi abil, seost varuainete hulga ja külmakindluse vahel. Ühtlasi püütakse määrata varuainete talletumise ja muundumise põhjal meie tingimustes kasvavate viinapuuliste kohanemise astet. Selgitatakse ka seost sügavpuhkefaasi, külmakindluse ja varuainete muutuste vahel puhkeperioodil.

Analüüsid teostati TRÜ taimefüsioloogiakateedris.

Varuainete dünaamika jälgimiseks võrsetes kasutati: 1) *V. vinifera* sorte 'Hamburgi must' külmkasvuhoonest, mille võrsed lõigati vahetult pöösastelt, ja 'Malingre varajane' avamaalt, mille võrsed säilitati $2-3^{\circ}\text{C}$ temperatuuril liivas; 2) *V. amurensis*'e tüüpilist sorti 'Potapenko 10'; 3) *V. riparia* tüüpilist sorti 'Alfa' (viimase võrsed säilitati ka liivas); 4) *Partenocissus quinquefolia* var. *murorum*'it, mille võrsed lõigati vahetult pöösastelt enne katsete algust.

Katsetesse võeti erinevad liigid ja nende tüüpilised sordid sellepärast, et taheti selgitada liikide erinev ja parim vastupida-

vus, mida võiks hiljem üle kanda ka teistele nende liigi tüüpilistele sortidele. Mis puutub aga katsematerjali erinevatesse säilitamisviisidesse, siis dikteeris seda viinapuukasvatuse praktika, sest katsematerjali võtmine talvel kinnikaetud põõsastelt oleks olnud raske. Lõigata aga ka teistelt kinni katmata liikidelt ja sortidelt võrsed ning asetada sügisel hoiuruumi liivasse poleks olnud otstarbekohane, sest taimedelt eraldatud võrsed ei reageeri hoiuruumis nii tundlikult välistemperatuuride kõikumistele kui just otseselt taimel asuvad võrsed.

Tärglist, suhkruid ja redutseerivaid aineid jälgiti mikrokeemilisel meetodil lõigu anatoomilistes üksikosades (säsis, perimedullaarses tsoonis, puidu ja niine säsi kiirtes, puidu ja niine parenhüümis ning kooses). Hinnati visuaalselt 5-pallilises süsteemis, kusjuures arv 5 näitab aine maksimaalset sisaldust, 0 aga selle puudumist. Lõigud valmistati viiendalt ja kuuendalt sõlmevahelt ventraalselt küljelt. Tärglis määrati Lygoli lahusega ja redutseerivad ained osmiumhappega (Džaparidze, 1953). Analüüsid teostati kaks korda kuus aastaringelt ajavahemikul 1955—1958.

Süüivesikute (tärglis ja monosahhariidid) kvantitatiivseks analüüsiks lõigati samaaegselt kasvuhoonesortidel üheaastased võrsed 3.—8. sõlmevahelt, avamaasortidel 5.—10. sõlmevahelt, kokku 10 võrset. Materjal surmati 105° C temperatuuril $1\frac{1}{2}$ — $3\frac{3}{4}$ tunni vältel ning kuivatati termostaadis 50—60° C temperatuuril õhukuivuseni, seejärel jahvatati ja sõeluti 0,5-mm-se ava läbimõõduga sõeltel. Sõelatud materjal kuivatati absoluutse kuivuseni ning kaaluti 1 g ainet monosahhariidide ja 5 g ainet tärglise määramiseks. Esimene määrati Bertrandi mikromeetodil, teine diastaasi meetodil. Analüüsid teostati kahes korduses üks kord kuus aastaringelt ajavahemikul 1956—1958.

Katsete tulemused

Meie kaksed tärglise dünaamika mikrokeemilisel jälgimisel kolme aasta (1955/56, 1956/57 ja 1957/58) keskmisena (tab. 1) näitavad, et peaaegu kõikidel katses olnud viinapuuliste liikidel ja sortidel on sügisene tärglise maksimum oktoobrikuus.

Teine — kevadine tärglise maksimum — langeb aprillikuule, vastavad miinimumid juunikuule, talvel aga detsembri-jaanuarikuule.

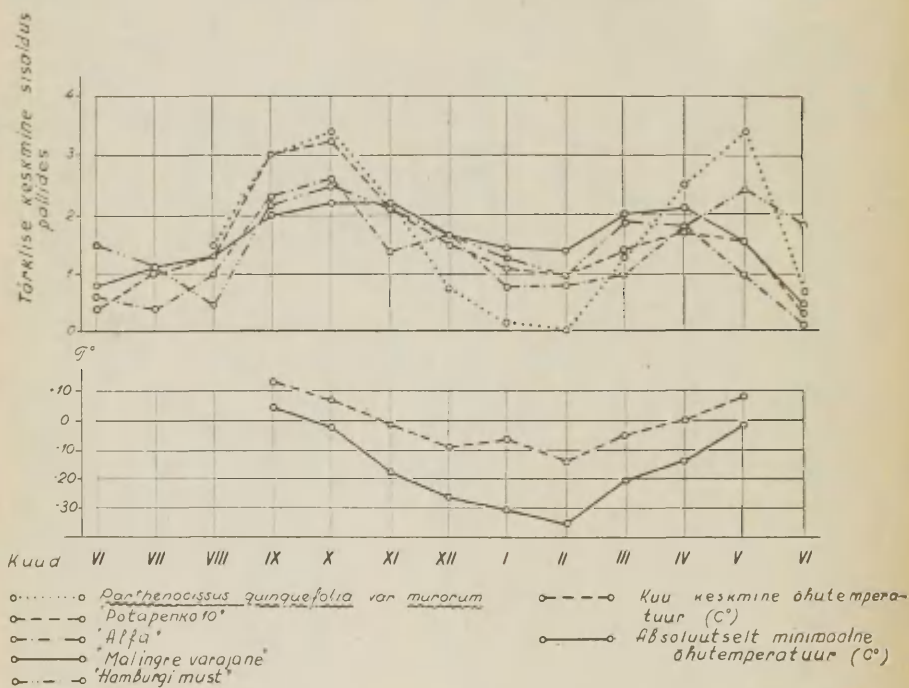
Näib, et kõik erineva päritoluga katseobjektid teevad võrdsetes kliimatingimustes oma aastases arengutsüklis läbi enam-vähem ühesugused varuainete muutused, kusjuures ühtedel on need muutused sügavad, teistel pinnalised. Siit kerkivad küsimused: mis määrab viinapuu külmakindluse meie tingimustes, kas summaarne tärglise hulk vastaval aastaajal või selle hüdro-

Tärglise dünaamika võrsetes aastail 1955—1957 (keskmiselt pallides)

| Liik või sort | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | I | II | III | IV | V |
|------------------------------------|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1955/56. a. | | | | | | | | | | | | |
| 1. <i>Parthenocissus quinquef.</i> | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 3,0 | 3,4 | 2,2 | 0,8 | 0,1 | 0 | 1,3 | 2,5 | 3,4 |
| 2. 'Potapenko 10' | 0,4 | 1,0 | 1,3 | 3,0 | 3,2 | 2,1 | 1,5 | 1,1 | 1,0 | 1,4 | 1,7 | 1,5 |
| 3. 'Alfa' | 0,6 | 0,4 | 1,0 | 2,3 | 2,6 | 1,4 | 1,7 | 0,8 | 0,8 | 1,0 | 1,8 | 1,0 |
| 4. 'Malingre varajane' | 0,8 | 1,1 | 1,3 | 2,0 | 2,2 | 2,2 | 1,7 | 1,4 | 1,4 | 2,0 | 2,1 | 1,5 |
| 5. 'Hamburgi must' | 1,5 | 1,1 | 0,5 | 2,1 | 2,5 | 2,1 | 1,7 | 1,3 | 1,0 | 1,9 | 1,8 | 2,4 |
| 1956/57. a. | | | | | | | | | | | | |
| 1. <i>Parthenocissus quinquef.</i> | 0,7 | 1,1 | 1,4 | 3,0 | 2,9 | 2,9 | 0,6 | 2,9 | 2,9 | 2,4 | 3,0 | 3,1 |
| 2. 'Potapenko 10' | 0,3 | 0,4 | 0,8 | 2,6 | 2,6 | 2,2 | 1,1 | 2,2 | 2,2 | 2,5 | 2,2 | 2,7 |
| 3. 'Alfa' | 0,1 | 0,4 | 0,7 | 2,5 | 2,5 | 2,1 | 1,2 | — | — | — | 1,6 | 2,2 |
| 4. 'Malingre varajane' | 0,4 | 1,0 | 1,0 | 2,1 | 2,6 | 2,5 | 1,6 | 1,7 | 1,5 | — | 2,1 | 2,2 |
| 5. 'Hamburgi must' | 0,8 | 1,1 | 1,2 | 2,0 | 3,0 | 2,3 | 1,4 | 2,0 | 1,5 | 3,0 | 2,7 | 2,0 |
| 1957/58. a. | | | | | | | | | | | | |
| 1. <i>Parthenocissus quinquef.</i> | 1,9 | 1,1 | 1,4 | 2,4 | 3,5 | 4,1 | 0,1 | 1,4 | 0,5 | 1,1 | 3,2 | 4,5 |
| 2. 'Potapenko 10' | 1,6 | 0,7 | 1,1 | 1,7 | 3,1 | 3,0 | 1,5 | 2,1 | 1,5 | 2,0 | 2,0 | 1,5 |
| 3. 'Alfa' | 0,8 | 0,4 | 0,6 | 1,7 | 2,5 | 2,0 | 1,0 | 2,1 | 1,7 | 1,8 | 2,1 | 1,4 |
| 4. 'Malingre varajane' | 1,4 | 1,0 | 1,0 | 1,4 | 2,0 | 2,1 | 1,3 | 1,8 | 1,5 | 1,8 | 2,2 | 1,5 |
| 5. 'Hamburgi must' | 1,6 | 1,1 | 0,2 | 1,5 | 2,0 | 2,9 | 1,8 | 1,4 | 2,1 | 2,1 | 2,2 | 2,2 |
| Kolme aasta keskmine | | | | | | | | | | | | |
| 1. <i>Parthenocissus quinquef.</i> | 1,2 | 1,1 | 1,4 | 2,8 | 3,2 | 3,0 | 0,5 | 1,4 | 1,1 | 1,6 | 2,9 | 3,6 |
| 2. 'Potapenko 10' | 0,7 | 0,7 | 1,1 | 2,4 | 2,9 | 2,4 | 1,2 | 1,8 | 1,5 | 1,9 | 1,9 | 1,5 |
| 3. 'Alfa' | 0,2 | 0,4 | 0,7 | 2,1 | 2,5 | 1,5 | 1,3 | 0,8 | 0,8 | 0,7 | 1,8 | 1,5 |
| 4. 'Malingre varajane' | 0,8 | 1,0 | 1,1 | 2,0 | 2,4 | 2,3 | 1,5 | 1,6 | 1,5 | 1,9 | 2,1 | 1,8 |
| 5. 'Hamburgi must' | 1,3 | 1,1 | 0,7 | 1,8 | 2,4 | 2,4 | 1,6 | 1,5 | 1,4 | 1,4 | 2,2 | 2,2 |

löösi intensiivsus ja sügavus, kas väike tärklikesisaldus on külmaõrnuse tunnuseks või ei?

Kui võrrelda katseaastaid omavahel, siis näeme, et 1955/56. a. talvel, mis oli erakordselt karm, oli tärklis veebruarikuus (absoluutne miinimum -35°C) metsviinapuu võrsetes täiesti kadunud (joon. 1). 1956/57. a. oli seevastu (tab. 1) tärklise seis kõrgem, sest talv oli pehme ja absoluutne miinimum ei langenud 1955/56. a. tasemele. 1956/57. a. langesid kõige madalamad tem-



Joon. 1. Tärglise dünaamika üheaastastes võrsetes 1955/56. a.

peratuurid märtsikuule (absoluutne miinimum $-23,8^{\circ}\text{C}$), kuid sel kuul ei saa sedastada erilist tärklikesisalduse langust. Viimast asjaolu võib seletada sellega, et märtsikuule eelnesid võrdlemisi kõrged temperatuurid ja suured sulad, mis põhjustasid võrsetes tärglise resünteesi. Tärglise hüdroloüüs lahustuvateks suhkruteks ja rasvadeks teistkordselt aga ei toimu enam nii ruttu ja sügavalt.

Oletuse õigsust kinnitavad üksikvaatlused laboratooriumis. Kui temperatuuriga $+20^{\circ}\text{C}$ tuppa toodi väljast -20°C temperatuuri käest mets-, amuuri ja hariliku viinapuu üheaastased võrsed, millede tärglise seis külmade tõttu oli saavutanud miinimumi, ning need asetati toasooja vette, võis mikrokeemilise mee-

Madalate temperatuuride mõju võrsete tärglise resünteesisle

| Liik või sort | Analüüsiaegne t° | Säsi | Perimedul- laarne tsoon | Puidu säsi- kiired | Puidu pa- renhüüm | Niine säsi- kiired | Niine pa- renhüüm | Kokku palle |
|--|---|------|----------------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|----------------|
| <i>Parthenocissus</i> <i>V. amurensis</i> <i>V. vinifera</i> | Võrsed lõigatud —20 t°-l ja vahe- tult analüüsitud | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | | 0 | 1 | 2 | 1 | 1 | 0 | 5 |
| | | 0 | 4 | 4 | 1 | 1 | 0 | 9 |
| <i>Parthenocissus</i> <i>V. amurensis</i> <i>V. vinifera</i> | Võrsed lõigatud —20 t°-l ja ana- lüüsitud pärast 24-tunnist seis- mist +20 t°-l | 1 | 2 | 4 | 1 | 4 | 3 | 15 |
| | | 0 | 4 | 5 | 4 | 3 | 2 | 18 |
| | | 0 | 4 | 4 | 2 | 2 | 1 | 13 |
| <i>Parthenocissus</i> <i>V. amurensis</i> <i>V. vinifera</i> | Pärast 24-tunni- list seismist +20 t°-l võrsed viidud —20 t°-ni ja analüüsitud 24 tunni pärast | 0 | 2 | 3 | 0 | 1 | 1 | 7 |
| | | 0 | 3 | 3 | 3 | 2 | 0 | 11 |
| | | 0 | 4 | 4 | 2 | 1 | 1 | 12 |

todi abil 24 tunni pärast näha katseobjektide kudedes tunduvalt tärglisesisalduse tõusu (tab. 2). Kõige energilisemalt reageerisid temperatuuride muutustele mets- ja amuuri viinapuu, tunduvalt vähem aga harilik viinapuu. Kui aga lasta kulgeda vastupidisel temperatuuri muutusel, s. o. viia võrsed soojast külma kätte (langetades temperatuuri kuni —20° C-ni), näeme, et hüdroolüüs ei toimu enam nii sügavalt kui eelmisel korral. Sellest järeldame, et kui soojalainele järgneb talvel järsku tugev külmaline, mõjub see puittaimedele eriti kahjustavalt, sest taimed ei suuda nii kiiresti reageerida temperatuurimuutustele ja tärglise kõrge seisu puhul kahjustuvad. Sellega saame ka seletada eriti viimaste aastate pehmetel talvedel toimunud viljapuude külmakahjustusi. Siin ei toimu kahjustus niivõrd absoluutsete miinimumtemperatuuride, kuivõrd suurte kevadtalviste ööpäeva temperatuuride kõikumiste tagajärjel, sest sagedasti kõigub ööpäevase temperatuuri amplituud meie viljapuude tüvedel kuni 30°, õhus aga kuni 22° (M i i d - l a, 1957).

Eelneva järkjärgulise karastamisega pärast soojalaineid on O. A. K r a s s a v t s e v i l (1959) korda läinud tõsta talve jooksul puittaimede külmakindlust mitu korda.

Tärglise dünaamika jälgimisel üheaastastes viinapuu võrsetes talvekuudel paistab üldiselt silma see, et kõige järsemad

hüdrolüütilised muutused toimuvad detsembrikuus esimeste suu-remate külmade saabumisel, juhul kui nendele on eelnenud järk-järguline temperatuuri langus, s. o. kui taim on läbinud esimese ja osa ka teisest karastusfaasist.

D. F. Protsenko ja L. K. Polištšuk (1948) seletavad detsembri-jaanuarikuu tärklise miinimumi rasvade tekkimise arvel fermendi lipaasi toimel, mis omab maksimaalset aktiivsust just nendel kuudel. A. V. Blagoveštšenski (1956) oma uurimustes näitab, et frement kataalaas loob taimes soodsad sise-mised tingimused võitluseks olemasolu eest ja peab kataalaasi aktiivsust kohanemisastme näitajaks. Tabelist 2 näeme, et katse-alustest viinapuuliste liikidest on metsviinapuu kõige elastsem. Temas kulgevad nii hüdrolüütilised kui ka sünteetilised protses-sid kõige intensiivsemalt ja sügavamalt, seepärast on ka see viinapuuliste liik osutunud meie kliimatingimustes kõige paka-sekindlamaks.

Kui anda nüüd vastus eespool seatud küsimusele, kas kõrge tärklisesisaldus sügisese tärklise maksimumi puhul on külma-kindluse näitajaks, siis peab ütleva, et meie katsetes on see tõesti nii, kuid silmas tuleb pidada eriti seda, missuguse intensiivsuse ja sügavusega toimub tärklise kadumine võrse kudedest. Mida jõulisem see on, seda külmakindlam ja vastupidavam on taim.

Kõige ideaalsem näib olevat olukord, kus viinapuulised oma-vad suuri tagavaraainete varusid, mis alluvad talvel madalate temperatuuride saabumisega sügavatele muutustele. Sel puhul on viinapuulised kõige vastupidavamad, näiteks meie katsetes mets-viinapuu. Harilik viinapuu omab suhteliselt kõrget varuainete seisu kogu talve kestel, kuid hüdrolüütilised protsessid on pinnalised, mistõttu taim osutub külmaõrnaks.

Mis puutub tärklise ladestumisse ja kadumisse võrse erineva-tes anatoomilistes osades, siis ladestub tärklis kõigepealt peri-medullaarses tsoonis, seejärel puidu säsiikiirtes ja parenhüümis ning viimaks, tärklise sügisese maksimumi ajal, täituvad ka niine säsiikiired ja parenhüümtrakud tärklisteradega (tab. 3). Viimastes jääb tärklisesisaldus aga suhteliselt väiksemaks kui ksüleemi elementides.

Külmade tulekuga toimub aga tärklise hüdrolüüs kõigepealt floemis. Üldiselt kaob tärklis võrse üksikutest anatoomilistest osadest oma tekkele vastupidises järjekorras. Kõige rohkem tärk-list püsib kogu talve jooksul perimedullaarses tsoonis ja puidu säsiikiirtes. Kõige suuremal määral allub tärklis aga hüdrolüüsile floemis ning seepärast on ta osutunudki kõige külmakindlamaks kogu talveperioodil (M i i d l a, 1959).

Üheaegselt mikrokeemilise analüüsiga määrati tärklisesisal-dus ka protsentuaalselt (tab. 4). Need andmed ühtivad suurtes joontes mikrokeemilise meetodi andmetega. Autor peab objektiiv-semateks keemilise analüüsi andmeid, sest siin puudub subjek-tiivne moment, kuid peab vajalikuks rõhutada seda, et mikro-

Tabel 3

Tärglise dünaamika üheaastastes võrsetes 1955/56. a. (määratud 5-pallilises süsteemis)

| Liik või sort | Säsi | Perimedul- laarne tsoon | Puidu säsi- kiired | Puidu pa- renhüüm | Niine säsi- kiired | Niine pa- renhüüm | Koor | Kokku pallides | Keskmiselt palle | Keskmine õhu t° | Kuu abs. min. õhu t° |
|---------------------------------------|------|----------------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|------|-------------------|---------------------|--------------------|-------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Juuni | | | | | | | | | | | |
| 1. <i>Parthenocissus quinquefolia</i> | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 7 | 1,0 | 12,8 | |
| 2. 'Potapenko 10' | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 3 | 0,4 | | |
| 3. 'Alfa' | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 4 | 0,6 | | |
| 4. 'Malingre varajane' | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | 6 | 0,8 | | |
| 5. 'Hamburgi must' | 0 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 4 | 11 | 1,5 | | |
| Juuli | | | | | | | | | | | |
| 1. <i>Parthenocissus quinquefolia</i> | 2 | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 7 | 1,0 | 17,6 | |
| 2. 'Potapenko 10' | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 7 | 1,0 | | |
| 3. 'Alfa' | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 3 | 0,4 | | |
| 4. 'Malingre varajane' | 0 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 | 8 | 1,1 | | |
| 5. 'Hamburgi must' | 0 | 4 | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 8 | 1,1 | | |
| August | | | | | | | | | | | |
| 1. <i>Parthenocissus quinquefolia</i> | 1 | 3 | 3 | 1 | 1 | 0 | 2 | 11 | 1,5 | 18,0 | |
| 2. 'Potapenko 10' | 0 | 3 | 1 | 2 | 1 | 0 | 2 | 9 | 1,3 | | |
| 3. 'Alfa' | 0 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 1 | 7 | 1,0 | | |
| 4. 'Malingre varajane' | 0 | 3 | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 9 | 1,3 | | |
| 5. 'Hamburgi must' | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | 0,5 | | |

Tabel 3 (järg)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|----|-----|------|-------|
| September | | | | | | | | | | | |
| 1. <i>Parthenocissus quinquefolia</i> | 3 | 3 | 4 | 2 | 3 | 1 | 5 | 21 | 3,0 | | |
| 2. 'Potapenko 10' | 0 | 4 | 5 | 5 | 5 | 2 | 0 | 21 | 3,0 | | |
| 3. 'Alfa' | 0 | 3 | 4 | 4 | 4 | 2 | 0 | 17 | 2,3 | 13,8 | 3,0 |
| 4. 'Malingre varajane' | 0 | 3 | 4 | 3 | 3 | 1 | 0 | 14 | 2,0 | | |
| 5. 'Hamburgi must' | 0 | 5 | 5 | 2 | 2 | 1 | 0 | 15 | 2,1 | | |
| Oktoober | | | | | | | | | | | |
| 1. <i>Parthenocissus quinquefolia</i> | 4 | 5 | 5 | 3 | 3 | 4 | 5 | 24 | 3,4 | | |
| 2. 'Potapenko 10' | 0 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 0 | 23 | 3,2 | | |
| 3. 'Alfa' | 0 | 5 | 4 | 4 | 4 | 3 | 0 | 19 | 2,6 | 7,0 | —4,0 |
| 4. 'Malingre varajane' | 0 | 4 | 5 | 4 | 2 | 1 | 0 | 16 | 2,2 | | |
| 5. 'Hamburgi must' | 0 | 5 | 5 | 3 | 3 | 2 | 0 | 18 | 2,5 | | |
| November | | | | | | | | | | | |
| 1. <i>Parthenocissus quinquefolia</i> | 3 | 4 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 16 | 2,2 | | |
| 2. 'Potapenko 10' | 0 | 4 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | 15 | 2,1 | | |
| 3. 'Alfa' | 0 | 2 | 3 | 3 | 1 | 1 | 0 | 10 | 1,4 | —0,6 | —15,4 |
| 4. 'Malingre varajane' | 0 | 4 | 4 | 4 | 2 | 2 | 0 | 16 | 2,2 | | |
| 5. 'Hamburgi must' | 0 | 4 | 4 | 3 | 2 | 2 | 0 | 15 | 2,1 | | |
| Detsember | | | | | | | | | | | |
| 1. <i>Parthenocissus quinquefolia</i> | 1 | 1 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0,8 | | |
| 2. 'Potapenko 10' | 0 | 2 | 4 | 3 | 1 | 1 | 0 | 11 | 1,5 | | |
| 3. 'Alfa' | 0 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 0 | 12 | 1,7 | —9,2 | —26,6 |
| 4. 'Malingre varajane' | 0 | 3 | 4 | 3 | 1 | 1 | 0 | 12 | 1,7 | | |
| 5. 'Hamburgi must' | 0 | 4 | 4 | 3 | 1 | 0 | 0 | 12 | 1,7 | | |
| Jaauar | | | | | | | | | | | |
| 1. <i>Parthenocissus quinquefolia</i> | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0,1 | | |
| 2. 'Potapenko 10' | 0 | 2 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 8 | 1,1 | | |
| 3. 'Alfa' | 0 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 6 | 0,8 | —6,8 | —32,0 |
| 4. 'Malingre varajane' | 0 | 3 | 4 | 2 | 1 | 0 | | 10 | 1,4 | | |
| 5. 'Hamburgi must' | 0 | 3 | 4 | 2 | 0 | 0 | | 9 | 1,3 | | |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|----|-----|-------|-------|
| Veebruar | | | | | | | | | | | |
| 1. <i>Parthenocissus quinquefolia</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 2. 'Potapenko 10' | 0 | 2 | 3 | 2 | 0 | 0 | 0 | 7 | 1,0 | | |
| 3. 'Alfa' | 0 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 6 | 0,8 | —14,3 | —35,0 |
| 4. 'Malingre varajane' | 0 | 3 | 4 | 2 | 1 | 0 | 0 | 10 | 1,4 | | |
| 5. 'Hamburgi must' | 0 | 2 | 3 | 2 | 0 | 0 | 0 | 7 | 1,0 | | |
| Märts | | | | | | | | | | | |
| 1. <i>Parthenocissus quinquefolia</i> | 0 | 2 | 3 | 2 | 2 | 0 | 0 | 9 | 1,3 | | |
| 2. 'Potapenko 10' | 0 | 3 | 3 | 2 | 1 | 1 | 0 | 10 | 1,4 | | |
| 3. 'Alfa' | 0 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 7 | 1,0 | —5,2 | —19,7 |
| 4. 'Malingre varajane' | 0 | 4 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | 14 | 2,0 | | |
| 5. 'Hamburgi must' | 0 | 4 | 4 | 3 | 1 | 1 | 0 | 13 | 1,9 | | |
| Aprill | | | | | | | | | | | |
| 1. <i>Parthenocissus quinquefolia</i> | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 1 | 4 | 18 | 2,5 | | |
| 2. 'Potapenko 10' | 0 | 2 | 4 | 3 | 2 | 1 | — | 12 | 1,7 | | |
| 3. 'Alfa' | 0 | 3 | 4 | 3 | 2 | 1 | — | 13 | 1,8 | 0,3 | —14,6 |
| 4. 'Malingre varajane' | 0 | 4 | 5 | 4 | 1 | 1 | — | 15 | 2,1 | | |
| 5. 'Hamburgi must' | 0 | 5 | 4 | 2 | 1 | 1 | — | 13 | 1,8 | | |
| Mai | | | | | | | | | | | |
| 1. <i>Parthenocissus quinquefolia</i> | 4 | 5 | 5 | 4 | 3 | 3 | — | 24 | 3,4 | | |
| 2. 'Potapenko 10' | 0 | 2 | 4 | 3 | 2 | 0 | — | 11 | 1,5 | | |
| 3. 'Alfa' | 0 | 2 | 3 | 1 | 1 | — | — | 7 | 1,0 | 9,8 | —0,1 |
| 4. 'Malingre varajane' | 0 | 3 | 4 | 3 | 1 | 0 | — | 11 | 1,5 | | |
| 5. 'Hamburgi must' | 0 | 5 | 4 | 3 | 0 | 0 | — | 12 | 2,4 | | |

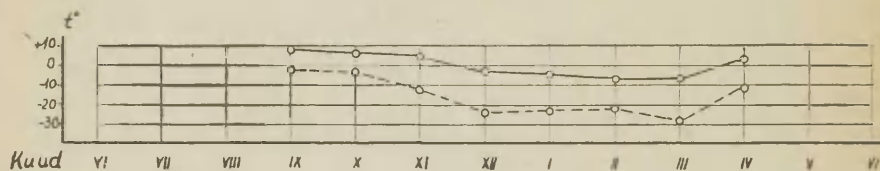
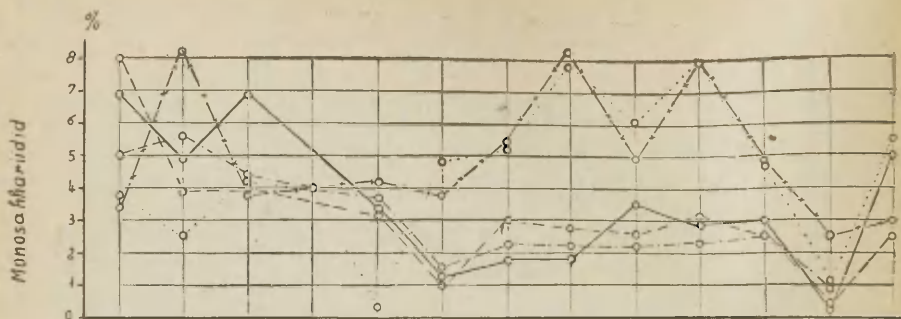
Tärklisesisaldus üheaastastes võrsetes % (abs. kuivast ainest)

| Liik või sort | Kuud | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------|-----|------|-----|------|------|------|-----|------|-----|-----|-----|
| | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | I | II | III | IV | V |
| 1956/57. a. | | | | | | | | | | | | |
| 1. <i>Parthenocissus quinquefolia</i> | 4,0 | 4,0 | 6,6 | 7,9 | 12,0 | 11,7 | 8,5 | 6,1 | 6,0 | 7,6 | 9,2 | 9,2 |
| 2. 'Potapenko 10' | 2,0 | 1,9 | 2,8 | 3,5 | 6,0 | 5,1 | 4,4 | 4,6 | 5,0 | 3,9 | 4,8 | 3,7 |
| 3. 'Alfa' | 1,2 | 1,7 | 2,0 | 2,2 | 5,6 | 5,3 | 5,0 | 5,3 | 5,8 | 3,5 | 4,0 | 3,0 |
| 4. 'Malingre varajane' | 1,5 | 1,5 | 2,6 | 5,0 | 7,1 | 6,9 | 6,1 | 6,0 | 6,2 | 5,7 | 5,8 | 5,0 |
| 5. 'Hamburgi must' | 3,0 | 4,6 | 3,6 | 7,1 | 10,4 | 7,0 | 6,4 | 6,8 | 7,9 | 5,0 | 7,1 | 4,0 |
| 1957/58. a. | | | | | | | | | | | | |
| 1. <i>Parthenocissus quinquefolia</i> | 4,1 | 4,1 | 7,7 | — | 10,0 | 11,2 | 8,4 | 9,1 | 9,2 | 8,3 | 8,2 | 6,5 |
| 2. 'Potapenko 10' | 2,8 | 2,3 | 2,4 | — | 4,8 | 7,8 | 3,9 | 5,6 | 6,3 | 4,1 | 5,0 | 3,6 |
| 3. 'Alfa' | 0,3 | 2,3 | 2,7 | — | 3,8 | 7,5 | 7,4 | 6,8 | 5,9 | 4,3 | 4,4 | 3,8 |
| 4. 'Malingre varajane' | 1,5 | 2,8 | 2,5 | — | 5,0 | 5,2 | 5,3 | 6,9 | 5,1 | 3,2 | 2,3 | 2,3 |
| 5. 'Hamburgi must' | 2,7 | 4,2 | 1,9 | — | 3,1 | 10,1 | 6,2 | — | 8,3 | 5,0 | 3,6 | 3,7 |
| 1958. a. | | | | | | | | | | | | |
| 1. <i>Parthenocissus quinquefolia</i> | 4,1 | 4,5 | 7,7 | 6,8 | 11,7 | 8,9 | 11,2 | 6,8 | 10,6 | — | — | — |
| 2. 'Potapenko 10' | 4,8 | 3,6 | 1,5 | 4,0 | 4,2 | 2,9 | 5,6 | 2,7 | 3,8 | — | — | — |
| 3. 'Alfa' | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 4. 'Malingre varajane' | 5,8 | 3,9 | 3,5 | 4,0 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 5. 'Hamburgi must' | 3,3 | 4,2 | 2,2 | 3,8 | 3,8 | 8,0 | 6,2 | 2,9 | 3,0 | — | — | — |

Tabel 5

Monosahhariidide sisaldus üheaastastes võrsetes %
(abs. kuivast ainest)

| Liik või sort | Kuud | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | I | II | III | IV | V |
| 1956/57. a. | | | | | | | | | | | | |
| 1. <i>Parthenocissus quinquefolia</i> | 3,5 | 2,8 | 4,0 | 3,6 | 2,1 | 4,2 | 5,0 | 5,0 | 5,4 | 6,0 | 4,1 | 1,0 |
| 2. 'Potapenko 10' | 6,2 | 6,8 | 4,2 | 3,6 | 1,4 | 1,5 | 2,9 | 2,6 | 2,2 | 2,9 | 2,0 | 0,2 |
| 3. 'Alfa' | 4,5 | 5,0 | 4,0 | 3,8 | 1,9 | 1,9 | 2,2 | 2,3 | 2,0 | 2,3 | 2,1 | 0,1 |
| 4. 'Malingre varajane' | 7,0 | 7,0 | 5,7 | 3,8 | 1,8 | 1,9 | 1,9 | 1,7 | 2,5 | 3,2 | 2,7 | 0,4 |
| 5. 'Hamburgi must' | 3,1 | 5,9 | 4,1 | 4,0 | 3,6 | 3,2 | 3,8 | 4,4 | 4,6 | 6,1 | 3,7 | 2,0 |
| 1957/58. a. | | | | | | | | | | | | |
| 1. <i>Parthenocissus quinquefolia</i> | 3,8 | 2,4 | 4,2 | — | 0,4 | 4,8 | 5,2 | 7,9 | 6,1 | 8,0 | 4,7 | 0,8 |
| 2. 'Potapenko 10' | 8,0 | 3,9 | 4,0 | — | 3,1 | 1,0 | 3,0 | 2,7 | 2,5 | 3,1 | 2,5 | 0,5 |
| 3. 'Alfa' | 5,0 | 5,6 | 4,4 | — | 3,7 | 1,5 | 2,3 | 2,3 | 2,2 | 2,4 | 2,5 | 1,0 |
| 4. 'Malingre varajane' | 6,9 | 4,9 | 6,9 | — | 3,2 | 1,3 | 1,8 | 1,7 | 3,5 | 2,8 | 3,1 | 6,3 |
| 5. 'Hamburgi must' | 3,4 | 8,3 | 3,9 | — | 4,1 | 3,8 | 5,4 | 8,2 | 4,8 | 8,0 | 4,8 | 2,4 |
| 1958. a. | | | | | | | | | | | | |
| 1. <i>Parthenocissus quinquefolia</i> | 5,5 | 9,8 | 4,1 | 3,3 | 4,8 | 8,6 | 7,4 | 8,0 | 8,5 | — | — | — |
| 2. 'Potapenko 10' | 2,5 | 4,1 | 4,0 | 2,6 | 3,5 | 6,5 | 4,2 | 2,9 | 4,0 | — | — | — |
| 3. 'Alfa' | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 4. 'Malingre varajane' | 5,0 | 7,9 | 6,1 | 2,2 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 5. 'Hamburgi must' | 3,2 | 4,8 | 6,2 | 3,2 | 5,0 | 7,2 | 6,8 | 9,0 | 9,4 | — | — | — |



o *Parthenocissus quinquefolia* var. *murorum*

o - - - - - 'Potapenko 10'

o - . . . - - 'Alfa'

o ———— 'Malingre varajane'

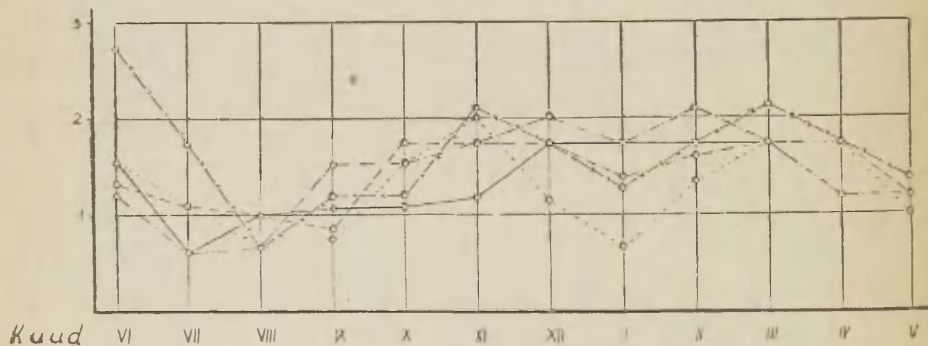
o - - - - - 'Hamburgi must'

o ———— Kuu keskm. õhu t°

o - - - - - Kuu abs. min õhu t°

Joon. 2. Monosahhariidide dünaamika üheaastastes võrsetes (%-des abs. kuivast ainest).

Pallid



o *Parthenocissus quinquefolia* var. *murorum*

o - - - - - 'Potapenko 10'

o - . . . - - 'Alfa'

o - - - - - 'Hamburgi must'

o ———— 'Malingre varajane'

Joon. 3. Redutseerivate ainete dünaamika üheaastastes võrsetes 1955/56. a.

keemiline meetod on hõlpus käsitleda ja võimaldab läbi töötada paralleelselt rohkem materjali, kusjuures andmed on reljeefsed ja küllaltki tõepärased.

Monosahhariidide sisaldus viinapuuliste üheaastastes võrsetes on antud tabelis 5 (vt. ka joon. 2). Monosahhariidide ja tärglisesisalduse omavahelisel võrdlemisel näeme teatavat siset. Sügisesele tärglise maksimumile kõikides katsealustes taimedes vastab lahustuvate suhkrute miinimum. Mida enam talve poole, seda rohkem tõuseb monosahhariidide hulk. Tärglisesisaldus ei vähene aga vastavalt, vaid jääb hulgaliselt kõikidesse võrsetesse. Siin ei saa enam vastamisi seada suhkrute maksimumi tärglise miinimumiga. Kui detsembrikuus on märgata tärglise hulga järsku muutumist vähenemise suunas, siis samal ajal ei tõuse niisama järsku suhkrute sisaldus, vaid viimane tõuseb aeglaselt ja saavutab oma maksimumi kõige külmemal talvekuul. Siin esinevad juba suured liigile omased vahed, sest iga liik reageerib külmade saabumisele võrses toimuvate biokeemiliste protsessidega erinevalt.

Meie oma katsetes ei saa omistada kindlat tähtsust suhkrute protsentuaalsele hulga, sest ei ole mõeldav, et ainult 5—8%-line suhkrusisaldus jõuaks ära hoida viinapuuliste üheaastaste võrsete külmumist. Kui see oleks nii, siis peaksid kõik meil kasvatavatate viinapuuliste liigid ja sordid olema pakasekindlad, sest tavaliselt sisaldavad pakasekindlateks osutunud puittaimed vähem monosahhariide kui viinapuud. D. F. Protsenko ja L. K. Polištšuki (1948) andmetel sisaldab *Betula verrucosa* Ehrh. jaanuarikuus maksimaalse hulga (6,12%), *Malus baccata* Borkh. 4,86% ja 'Antoonovka' 4,19% lahustuvaid suhkruid.

N. A. Maksimov (1946; 1952) tähendab, et suhkrute mõju, olenevalt temperatuurist, on protoplasma omadustele palju tugevam kui samaaegne külmumistäpi langemine kraadides. Seega osutab ta suhkrutele tähelepanu kui kaitseainetele üldse, mitte aga nende absoluutsele hulga rakumahla kontsentratsiooni tõstmisel.

Näib, et kaitsefunktsioonina on lahustunud suhkrud siiski väga hinnatavad ning nende esinemist või puudumist viinapuuliste võrsetes külmal aastaajal tuleb võtta kui taime suhtelist vastupidavuse näitajat antud oludes.

Redutseerivate ainete hulka kuuluvad mitmesugused osmiumhappega värvuvad ained: küllastumata rasvhappeid sisaldavad rasvad, vaigud, eeterlikud õlid, glükosiidid jt. Need ained on laialt levinud taimsetes organismides ja etendavad määratu suurt osa nende ainevahetuses.

Meie katsetes ei ole otseseks taime vastupidavuse näitajaks mitte ainult redutseerivate ainete koguhulk, vaid ka selle muutumise dünaamika. Kõige pakasekindlam ja hästi kohanenud viinapuuliste liik *Parthenocissus quinquefolia* ei oma teistest liikidest ja sortidest mitte palju suuremat redutseerivate ainete maksi-

mumi, vaid omab seevastu väga sügavat miinimumi detsembris, eriti aga jaanuaris (joon. 3). Arvatavasti on see nähtus sel ajal madaldanud elutegevuse näitaja, sest teatavasti olenevad redutseerivatest ainetest suurel määral taime kudede hapendus-taandusprotsessid. Nimetatud ajavahemikul on nad miinimumis ja taim on sel ajal kõige vastupidavam külmale ning teistele ebasoodsatele teguritele.

Tärglise- ja suhkrute sisalduse üheaegne tõus detsembrist jaanuarini ja osal liikidel jaanuarist veebruarini on arvatavasti seotud redutseerivate ainete hulga vähenemisega. Võimalik, et sellega kaasnebki elutegevuse intensiivsuse langus. Veebruarist märtsini langeb tärglisesisaldus, samaaegselt tõuseb redutseerivate ainete hulk, millega kaasneb redoksprotsesside intensiivistumine.

T. P. Petrovskaja (1955) järgi sõltub taimes toimuvate elutegevusprotsesside intensiivsus puhkeperioodis redutseerivate ainete sisaldusest. Ka meie katsed näitavad, et redutseerivate ainete langemisega viinapuudes tõuseb nende külmakindlus.

Sügavpuhkefaas on bioloogiliselt puhkeperioodi kõige tähtsam faas. Selle faasi ajal toimub taimes terve rida sisemisi muutusi, mis suunavad kogu nende edaspidist elutegevust. Nagu näitavad meie katsed Eesti NSV-s kasvatatavate viinapuulistega (Mii d l a, 1959), algab sügavpuhkefaas meil kas vegetatsiooniperioodi keskel või lõpul ja on seotud võrsete kasvu vähenemise või lõppemisega. Seega ei lange sügavpuhkefaas kõige külmemale aastaajale, mispärast ei ole võimalik siduda meil kasvavate viinapuuliste külmakindlust sügavpuhkefaasiga, sest sügavpuhkefaasi haripunkt langeb peamiselt oktoobrikuule, s. o. ajale, mil katsetaimed ei ole saavutanud märkimisväärset külmakindlust. Ka ei näita meie katsetulemused korrelatsiooni sügavpuhkefaasi pikkuse ja külmakindluse vahel.

Juhul, kui puittaimel esineb sügavpuhkefaas, siis on väga oluline, et see saabuks vara, s. o. soodsate välistingimuste ajal. Seejuures tuleb esikohale asetada moment, et vegetatsiooniperioodi keskel, eriti aga lõpul, kogu assimilatsioon poleks suunatud enam uue juurdekasvu, lehtede ja pungade, vaid varuainete moodustamisele. Viimaste hulgast sõltub aga taimede külma- ja pakasekindlus.

Taimed, mis ei oma aga üldse sügavpuhkefaasi või millel see avaldub väga nõrgalt, nagu näiteks meie katsetes metsviinapuul, suudavad nähtavasti siiski koguda küllaldase hulga varuaineid, mis kindlustab nende eduka talvitumise.

Kokkuvõte

1. Viinapuuliste (*Vitaceae* Lindl.) sügisene tärgklise maksimum asub oktoobris-novembris, kevadine aga aprillis-mais. Vastavad tärgklise miinimumid aga esinevad juulis ja detsembris-jaanuaris-veebruaries.

2. Võrsete külmakindluse ja kohanemisastme näitajaks ei saa pidada ainult suurt tärgklisesisaldust sügisel, vaid seda, kui sügavalt ja intensiivselt toimub nende kudedes tärgklise hüdroolüüs madalate temperatuuride mõjul, s. t. kui elastselt taim suudab reageerida välistingimustele.

3. Viinapuu koed, mis sisaldavad külmal aastaajal palju tärgklisteri, on osutunud kõige külmaõrnamateks.

4. Tärgklise hüdroolüüs toimub kõige intensiivsemalt detsembris, s. o. esimeste suuremate külmade saabumisel, juhul kui viimastele on eelnenud astmeline karastumine. Sel ajal osutuvad viinapuulised kõige külmakindlamateks. Peale järgnevate soojalainete ja tärgklise resünteesi ei toimu viimase hüdroolüüs enam endise intensiivsusega, olgugi et temperatuur saavutab talvise miinimumi.

5. Lahustunud suhkrute kui raku protoplasma kaitseainete dünaamika on viinapuuliste suhteliseks külmakindluse näitajaks.

6. Redutseerivate ainete miinimum on viinapuuliste madaldataud elutegevuse näitajaks ning sel ajal on nad osutunud kõige vastupidavamateks.

7. Varuainete dünaamika järgi on katseobjektide külmakindlus alanevas järjekorras järgmine: 1) *Parthenocissus quinquefolia* var. *murorum*, 2) *V. amurensis*, 3) 'Alfa' (*V. riparia*), 4) 'Potapenko 10' (*V. amurensis*), 5) 'Hamburgi must' (*V. vinifera*) ja 6) 'Malingre varajane' (*V. vinifera*).

KIRJANDUS

- Levitt, J., 1941. Frost Killing and Hardiness of Plants. Minneapolis.
Lydfors, B., 1907. Die Wintergrüne Flora. Eine biologische Untersuchung. Lund's Universitets Arskrift, N. F., Afd. 2, Bd. 2, 13 (ref. Maksimovi, 1929, järgi).
Maksimov, N. A., 1946. Taimefüsioloogia lühikursus, II vihk. Tartu.
Miidla, H., 1957. Viljapuude pakasekindluse teoreetilisi aluseid ja nendest tulenevaid praktilisi järeldusi. Praktilisi küsimusi aianduses ja mesinduses nr. 1, Tartu, lk. 23—31.
Miidla, H., 1959. Viinapuukasvatuse bioloogilistest alustest Eesti NSV-s. Väitekiiri. Tartu, lk. 170—197.
Miidla, H., 1960. Viinapuu võrsete valmimise protsessist Eesti NSV tingimustes. Tartu Riikliku Ülikooli Toimetised, № 82, lk. 127—146.
Newton, R., 1924. A comparative Study of Winter Wheat Varieties with Especial Reference to Winter Killing (ref. Maksimovi, 1929, järgi).
Rosa, J. T., 1921. Investigation on the Hardening Process in Vegetable Plants. Miss. Agr. Exp. St. P. Bull. 48, 1.

- Russow, A. E., 1882. Ueber den Inhalt der parenchymatischen Elemente der Rinde vor und während des Knospenaustriebes und Beginnes der Cambiumthätigkeit in Stamm und Wurzel der einheimischen Lignosen. Sitzungsber. d. Dorpater Naturf. Gesellsch.
- Базилевская Н. А., 1955. Разработка методов продвижения растений в новые районы культуры в средней полосе СССР. Письмо от 26 марта 1955 г. кафедре физиологии растений ТГУ.
- Благовещенский А. В., 1956. Биохимические факторы акклиматизации растений. Бюлл. Главн. бот. сада АН СССР, вып. 25, lk. 15—18.
- Вартанян М. Д., 1952. Зависимость морозоустойчивости лозы от биохимических изменений. Винод. и виногр. СССР, № 11.
- Вартанян М. Д., 1957. Зависимость морозостойкости почек винограда от концентрации клеточного сока. Винод. и виногр. № 2, lk. 37—38.
- Генкель П. А., Ситникова О. А., 1953. Состояние покоя у растений и морозоустойчивость. Тр. ин-та физиол. раст. им. К. А. Тимирязева АН СССР, т. 8, вып. I, lk. 276—288.
- Генкель П. А., Окнина Е. З., 1954. Диагностика морозоустойчивости растений по глубине покоя их тканей и клеток. Методические указания. Изд. АН СССР, М., lk. 1—24.
- Говоров А. И., 1923. О природе различных озимых и яровых форм хлебных злаков в связи с вопросом о зимостойкости озимей. Тр. по прикл. ботанике и селекции, вып. 13, № 1, lk. 525—561.
- Гужев Ю. Л., 1957. Изучение периода покоя у плодовых растений. Журн. Общая биология, т. 28, № 4, lk. 298—311.
- Джапаридзе Л. И., 1953. Практикум по микроскопической химии растений. М.
- Кондо И. Н., 1955. О состоянии покоя (непроращении) почек винограда. ДАН СССР, т. 102, № 3, lk. 633—636.
- Красавцев О. А., 1959. Закаливание древесных растений к морозу. Тезисы докладов конференций по морозоустойчивости. М.
- Максимов Н. А., 1929. Внутренние факторы устойчивости растений к морозу и засухе. Тр. прикл. бот., генет. и селекции, т. 22, № 1, lk. 3—41.
- Максимов Н. А., 1952. Избранные работы по засухоустойчивости и зимостойкости растений, вып. 2.
- Мининберг С. Я., 1948. Морозостойкость некоторых сортов винограда. Киев, lk. 51—63.
- Окнина Е. З., Кузьмин А. Я., 1955. Изучение глубины покоя у винограда как фактора морозоустойчивости в условиях северного виноградарства. Тр. ин-та физиол. раст. им. К. А. Тимирязева АН СССР, т. 9, lk. 106—142.
- Перетолчин К., 1904. Изменение запасных веществ наших деревьев в период зимнего покоя. Известия императорского лесного института вып. 2, С.-Петербург.
- Петровская Т. П., 1955. Состояние покоя цветочных почек древесно-кустарниковых растений. Тр. ин-та физиол. раст. им. К. А. Тимирязева, т. 9, lk. 90—102.
- Проценко Д. Ф., Полищук Л. К., 1948. О физиологических и биохимических особенностях морозостойкости плодовых культур. Киев, lk. 21—59.
- Сергеев Л. И., 1953. Выносливость растений. М.
- Сергеев Л. И., Сергеева К. А., 1956. О роли крахмала при повреждении растений морозом. Бюлл. Главн. бот. сада, вып. 25, lk. 100—103.
- Туманов И. И., 1940. Физиологические основы зимостойкости культурных растений. Сельхозгиз, lk. 17—36.
- Туманов И. И., 1955а. О физиологических основах зимостойкости растений. Вестник АН СССР, № 5, lk. 25—30.
- Туманов И. И., 1955б. Вегетирующее и зимостойкое состояние растений. Физиол. раст., т. 2, вып. 3, lk. 283—292.
- Туманов И. И., Красавцев О. А., 1956. Морозостойкость древесных растений. Физиол. раст., т. 2, вып. 4, lk. 320—333.

ДИНАМИКА ЗАПАСНЫХ ВЕЩЕСТВ В ОДНОЛЕТНИХ ПОБЕГАХ ВИНОГРАДНЫХ (*Vitaceae* Lindl.)

Х. Мийдла

Резюме

В настоящей статье приводятся результаты исследования автором динамики запасных веществ в однолетних побегах виноградных (*Vitaceae* Lindl.).

Соответствующими анализами показано, что в побегах виноградных на протяжении годичного цикла их развития в содержании основного запасного вещества крахмала наблюдается два максимума (осенний — в октябре и весенний — в апреле) и соответственно также два минимума (первый — в июне, второй — в декабре, январе или феврале, в зависимости от сортовых и видовых особенностей).

С затуханием роста побегов накопление крахмала в них отмечается в древесине раньше, чем в коре. При пониженных температурах гидролиз крахмала в побегах происходит в обратном порядке, т. е. в направлении от коры к древесине. Наиболее глубокий гидролиз крахмала наблюдается в коре, что соответствует более высокой морозоустойчивости коры по сравнению с древесиной.

Показателями более высокой морозоустойчивости и лучшей приспособленности сортов и видов винограда следует считать не только способность к более интенсивному отложению крахмала в тканях к осени, но и более глубокий гидролиз его под воздействием пониженных температур. Ткани побегов, в которых зимой сохраняется больше крахмала, оказываются менее устойчивыми.

Во время оттепелей зимой в побегах отмечается ресинтез крахмала, и в таких случаях снижается способность побегов к гидролизу крахмала при последующих понижениях температуры.

Содержание в побегах виноградных зимой растворенных сахаров, как защитных веществ клеток, обычно находится в положительной корреляции со степенью их морозоустойчивости.

Минимум в содержании редуцирующих веществ (жиры, содержащие ненасыщенные жирные кислоты, смолы, эфирные масла, глюкозиды и т. д.) в побегах у виноградных приходится на январь и февраль и может рассматриваться в качестве показателя степени их морозоустойчивости и снижения активности их жизнедеятельности.

На основании данных о динамике запасных веществ в побе-

гах подопытные растения по убыванию степени их морозоустойчивости можно расположить в следующий ряд: 1) *Parthenocissus quinquefolia* var. *murorum*, 2) *V. amurensis*, 3) 'Альфа' (*V. riparia*), 4) 'Потапенко 10' (*V. amurensis*), 5) 'Гамбург черный' (*V. vinifera*), 6) 'Маленгр ранний' (*V. vinifera*).

ÜBER DIE DYNAMIK DER RESERVESTOFFE IN DEN EINJÄHRIGEN TRIEBEN DER REBENGEWÄCHSE (VITACEAE LINDL.)

H. Miidla

Zusammenfassung

Im vorliegenden Aufsatz wird die Dynamik der Reservestoffe in den einjährigen Trieben der Rebengewächse behandelt.

Wie die Ergebnisse einschlägiger Versuche gezeigt haben, kommt es in den einjährigen Trieben der Rebengewächse zu zwei Stärkemaxima (zum Herbstmaximum im Oktober und zum Frühjahrsmaximum im April), während die Minima je nach der in Frage kommenden Art und Sorte in den Juni und in den Dezember, Januar oder Februar fallen.

Die Stärke lagert sich anfangs in den Elementen des Xylems, später in denen des Phloems ab. Beim Eintritt der Fröste geschieht die hydrolytische Spaltung der Stärke in umgekehrter Reihenfolge zu ihrer Entstehung. Am meisten wird die Stärke im Phloem von der Hydrolyse betroffen, weshalb die Elemente des Phloems in der Regel den Winterfrösten gegenüber am widerstandsfähigsten sind.

Als Kennzeichen der Frostresistenz und der Anpassungsstufe der Triebe gilt nicht nur ihr hoher Stärkegehalt, sondern vielmehr die Intensität, mit der sich in den Geweben unter dem Einfluß niedriger Temperaturen die Hydrolyse der Stärke vollzieht, d. h. die Geschwindigkeit, mit der die Pflanze auf veränderte äußere Umstände zu reagieren vermag.

Die Gewebe der Triebe, die in der kalten Jahreszeit viel Stärke enthalten, sind am frostempfindlichsten.

Während winterlicher Tauwetterperioden wird die Stärke in den Trieben resynthetisiert. In solchen Trieben geschieht bei jähem Temperatursturz die Hydrolyse der Stärke nicht mehr mit früherer Intensität, und die Triebe werden geschädigt.

Die Dynamik der gelösten Zucker als der Schutzstoffe des Zellprotoplasmas ist ein relatives Merkmal für die Frosthärte der Rebengewächse.

Ein Minimum an reduzierenden Stoffen, so wie ungesättigte

Fettsäuren enthaltende Fette, Harze, ätherische Öle, Glykoside usw., gilt bei den Rebengewächsen als Merkmal einer herabgesetzten Lebenstätigkeit. In diesem Zustand leisten diese Pflanzen Frösten gegenüber den besten Widerstand.

Nach der Dynamik der Reservestoffe zu urteilen, läßt sich die Frostresistenz unserer Versuchsobjekte in absteigender Reihenfolge folgendermaßen festlegen: 1) *Parthenocissus quinquefolia* var. *murorum*, 2) *V. amurensis* 3) 'Alfa' (*V. riparia*) 4) 'Potapenko 10' (*V. amurensis*) 5) 'Frankenthaler' (*V. vinifera*) und 'Malingre Frühe' (*V. vinifera*).

EESTI NSV-s KASVATATAVATE VIINAPUUDE MÕNINGATEST FÜSIOLOOGILISTEST NÄITAJATEST

(Füsioloogilised protsessid kui viinapuu kohanemisastme näitajad)

Bioloogiakand. H. Miidla

Viinapuu kui soojalembese introductseeritud kultuuri kasvupiiri põhja poole nihutamise probleem ei ole kaugeltki veel lahendatud. Selle kultuuri marjad ja võrsed valmivad põhja oludes sageli ebarahuldavalt. See annab põhjust karta, kas ei ole fotosünteesi produktiivsus tegur, mis pidurdab viinapuude kasvamist nimetatud rajoonides, sest viimase suurust peetakse taime üldise seisukorra näitajaks. Fotosüntees on aga tihedas sõltuvuses lehtede hingamise ja pigmentsüsteemiga (klorofüll) ning mõningate vitamiinidega (askorbiinhape). Seepärast pakub erilist huvi nimetatud näitajate uurimine meie kliima ja mullastiku tingimustes kasvatatavatel viinapuu eri liikidel ja sortidel.

Fotosünteesi erinevat intensiivsust eri liiki taimedel ja ka sama liigi erinevatel sortidel olenevalt kasvukohast on täheldanud V. M. Katunski (1941), A. A. Nitsiporovitš (1953), A. V. Blagoveštšenski (1950) jt.

Arenemisfaaside järgi on fotosüntees kõige intensiivsem õitsemisfaasis (Gorbunova, 1956; Vassiljeva, 1956), s. o. tavaliselt suve esimesel poolel. Kohanemata taimedel nihkub aga fotosünteesi haripunkt suve teisele poolele ning isegi sügisele (Konovalov ja Mihhaleva, 1955; Mihhaleva ja Konovalov, 1956; Konovalov, 1957).

S. L. Štšepotjev ja G. G. Borissenko (1957) on teinud kindlaks, et üksikutel päikliliikidel on vastavalt pärilikkusele oma kindel fotosünteesi ööpäevane rütm. Autorid on tulnud järeldusele, et liigi ja sordi fotosünteesi spetsiifika põhjusi tuleb otsida nende bioloogilistes iseärasustes ja taime kohanemises välistingimustega.

V. T. Aleksandrov jt. (1929) märgivad, et soojadel päikesepaistelisel päeval on lõuna oludes fotosünteesi esimene maksimum kl. 8 hommikul, teine maksimum aga kl. 12—16.

S. M. Kokin (1937) sedastab, et keskpäeval temperatuuriga 33,6° C vähenes fotosüntees 4—6 korda, võrreldes hommikuga;

vahelduva pilvitusega aga ainult üks kord, võrreldes päikese-
paistelise ajaga. See näitab, et kõrge temperatuur ja alaline
päikesepaiste kutsuvad esile lõunarajoonides fotosünteesi depres-
siooni.

P. G. Tavadze (1952) leidis, et kõrge temperatuuri puhul
viinapuulehtede varjutamine marliga suurendas fotosünteesi
intensiivsust.

Hingamine lehtedes on kõige intensiivsem öitsemise ajal,
langeb kesksuvel ning sügisel tõuseb jälle veidi (Bibliina,
1956; Mihhaleva ja Konovalov, 1956; Jermolaja-
jeva, 1957; Zalinski, 1957).

Hingamise intensiivsuse tõusu seoses vegetatiivse kasvuga
on täheldanud E. N. Mihhaleva ja I. N. Konovalov
(1956), I. N. Konovalov (1957) jt., kusjuures nad märgi-
vad, et võrse intensiivne kasv toimub kliimaga kohanenud tai-
medel suve esimesel, kohanemata taimedel aga suve teisel poolel.

Klorofüllili hulga seost taimede pakase-, kuiva- ja haigus-
kindlusega käsitlevad oma töödes E. S. Tšernenko (1950)
ja P. G. Tavadze (1952). A. A. Šlök (1954) sedastab
klorofüllili tunduvat vähenemist sügiseks ja peab seda kasvu-
protsesside lõppemise tunnuseks.

Klorofüllili pidevat sünteesi süsivesikutest ja tema aktiivset
osavõttu ainevahetusest näitavad G. N. Godnev jt. (1959).
Klorofüllili hulk ja fotosünteesi intensiivsus on E. S. Gorbunova
(1956) arvates korrelatsioonis. E. K. Gabrielsen (1948)
aga leiab, et klorofüllili kvantitatiivne hulk intensiivistab foto-
sünteesi ainult nõrgas valguses, E. R. Gübбенet (1955) oma
katsetes jõuab järeldusele, et suurenenud klorofüllili hulk ei põh-
justa assimilatsioonivõime tõusu.

P. G. Tavadze (1957) oma uurimustes viinapuu lehtedega
on osutanud erilist tähelepanu klorofüllile kui pigmendile, mis
reageerib kõige paremini valgustugevusele. Valguse intensiivsuse
vähenemisega (10—20% täielikust valgusest) on klorofüllili hulk
suurenenud kõige enam, kuna teised pigmendid — karotiin ja
ksantofüll — on reageerinud vähem. Hajuvas valguses sünteesi-
vad lehed kuivainet rohkem kui otseses valguses.

Askorbiinhapet samastavad V. A. Devjatnin
(1948) ja W. Franke (1955) kasvuhormooniga, nad konsta-
teerivad, et hingamise intensiivsuse tõusuga suureneb taimes ka
askorbiinhappe hulk.

M. Hagen (1953) ja W. Franke (1955) sedastavad, et
päikesepaistel kasvavad taimed sisaldavad rohkem askorbiinhapet
kui varjus kasvavad taimed.

A. Seybold ja H. Hehner (1948) väidavad, et askor-
biinhappesisaldus lehtedes on karakterne sugukonnale ja seega
pärilikult kinnistunud.

Kirjanduse ülevaatest nähtub, et taimedel on eespool nimetatud
füsioloogilisi näitajaid suhteliselt palju uuritud, kuid paljud eri

autorid on saanud ühe ja sama kultuuri uurimisel üksteisele vastukäivad tulemusi. Viimased on seletatavad sellega, et katsed on tehtud erinevates kliimaoludes. Seepärast ei saa ega tohigi saadud katseandmeid automaatselt üle kanda ühest geograafilisest regioonist teise.

Mis puutub introductseeritud taimede käitumise uurimistesse nimetatud füsioloogiliste näitajate põhjal, siis puuduvad meie vabariigis sellekohased andmed üldse. Seepärast osutub vajalikuks selgitada, missugune on viinapuu füsioloogiliste näitajate (fotosüntees, hingamine, klorofüll ja askorbiinhape) intensiivsus ja produktiivsus meie tingimustes, võrreldes Nõukogude Liidu viinapuukasvatuse põhirajoonidega lõunas. Selgitada tuleb ka, kas nende näitajate alusel on võimalik määrata üksikute viinapuu liikide ja sortide erinevat kohanemisvõimet ja vastupidavust antud kliimaoludes.

Katsete koht, materjal ja meetodika

Katsed teostati ajavahemikul 1956—1958 Tartus Eesti Tarbijate Kooperatiivide Vabariikliku Liidu (ETKVL) aiandis nr. 1. Katsematerjaliks oli: 1) külmkasvuhuones sort 'Hamburgi must' ja 'Broadland' (*V. vinifera*), 2) avamaal 'Malingre varajane' (*V. vinifera*), 'Alfa' (*V. riparia*) ja 'Potapenko 10' (*V. amurensis*).

Fotosünteesi intensiivsus lehtedes määrati Sachs'i meetodil, kusjuures orgaanilise aine juurdeteke arvestati absoluutselt kuivas aines valgustatud, äravool aga pimendatud lehtedest. Hingamise intensiivsus määrati assimilatsioonikolvimeetodi abil (Rubin, 1954), klorofüll hulk foto-elektrokolorimeetriliselt (Godnev jt., 1952) ja askorbiinhappesisaldus Tillmansi järgi (Jermakov jt., 1952).

Katsete tulemused

Fotosünteesi intensiivsuse¹ 1957. a. vegetatsiooniaegne käik katseobjektidel on antud tabelis 1 (vt. ka joon. 1). Nii omab amuuri viinapuu tüüpi sort 'Potapenko 10' vegetatsiooniperioodil fotosünteesi üheküürulist kõverat, mille maksimum langeb kasvaja esimesele poolele või keskpaika, miinimum aga vegetatsiooniperioodi teise poole lõppu. Viimane asjaolu annab tunnistust kasvuprotsesside õigeaegsest lõppemisest sügisel ja taime talve vastu valmistumisest. Vastavalt I. N. Konovalovile (1952, 1957) võime kasvu õigeaegset lõppemist lugeda taime kohanemistasme näitajaks antud oludes.

¹ Fotosünteesi intensiivsus = orgaanilise aine juurdeteke + äravool.

Fotosünteesi intensiivsuse käik 1957. a. vegetatsiooniperioodil
(abs. kuiva ainet mg/tunnis 1 dm² lehepinna kohta ajavahemikul kl. 8—12)

| Sort ja kasvukoht | Protsessi dünaamika | Kuupäevad | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|--------------------------------|-----------|-------|--------|---------|---------|---------|---------|----------|--------|--------|
| | | 29. V | 4. VI | 13. VI | 10. VII | 13. VII | 18. VII | 2. VIII | 29. VIII | 15. IX | 20. IX |
| 'Hamburgi must' (külmkasvuhoones) | Juurdeteke | 13,21 | 8,45 | 22,62 | 18,37 | 19,6 | 18,70 | — | 32,9 | 5,41 | 3,75 |
| | Äravool | 3,17 | 7,50 | — | — | — | 7,70 | — | — | 1,00 | 3,20 |
| | Fotosünteesi intensiivsus | 16,38 | 15,95 | 22,62 | 18,37 | 19,6 | 26,40 | — | 32,9 | 6,41 | 6,95 |
| | Hingamise intensiivsus * | 0,99 | 0,75 | 0,51 | 0,82 | — | — | — | — | — | — |
| | Kuivaine kulu hingamisel: | | | | | | | | | | |
| | a) mg/dm ² 1 tunnis | 0,67 | 0,51 | 0,34 | 0,56 | — | — | — | — | — | — |
| 'Malingre varajane' (avamaal) | b) % | 4,0 | 3,2 | 1,5 | 3,0 | — | — | — | — | — | — |
| | Juurdeteke | — | — | — | 10,48 | 3,70 | 9,67 | 4,90 | 12,70 | 3,00 | — |
| | Äravool | — | — | — | 5,11 | — | 4,30 | 2,00 | — | 5,60 | 4,10 |
| | Fotosünteesi intensiivsus | — | — | — | 15,59 | 3,70 | 13,97 | 6,90 | 12,70 | 8,60 | 4,10 |
| | Hingamise intensiivsus | — | — | — | 0,92 | — | — | — | 1,26 | — | — |
| | Kuivaine kulu hingamisel: | | | | | | | | | | |
| 'Alfa' (avamaal) | a) mg/dm ² 1 tunnis | — | — | — | 0,62 | — | — | — | 0,85 | — | — |
| | b) % | — | — | — | 4,00 | — | — | — | 6,7 | — | — |
| | Juurdeteke | — | — | — | 10,00 | 3,25 | 10,50 | 9,77 | 5,60 | 4,27 | 2,00 |
| | Äravool | — | — | — | — | — | 4,20 | 2,00 | 7,20 | 2,41 | 1,95 |
| | Fotosünteesi intensiivsus | — | — | — | 10,00 | 3,25 | 14,70 | 11,77 | 12,80 | 6,68 | 3,95 |
| | Hingamise intensiivsus | — | — | — | 1,14 | — | — | — | 0,85 | — | — |
| | Kuivaine kulu hingamisel: | | | | | | | | | | |
| | a) mg/dm ² 1 tunnis | — | — | — | 0,77 | — | — | — | 0,57 | — | — |
| | b) % | — | — | — | 7,7 | — | — | — | 4,8 | — | — |

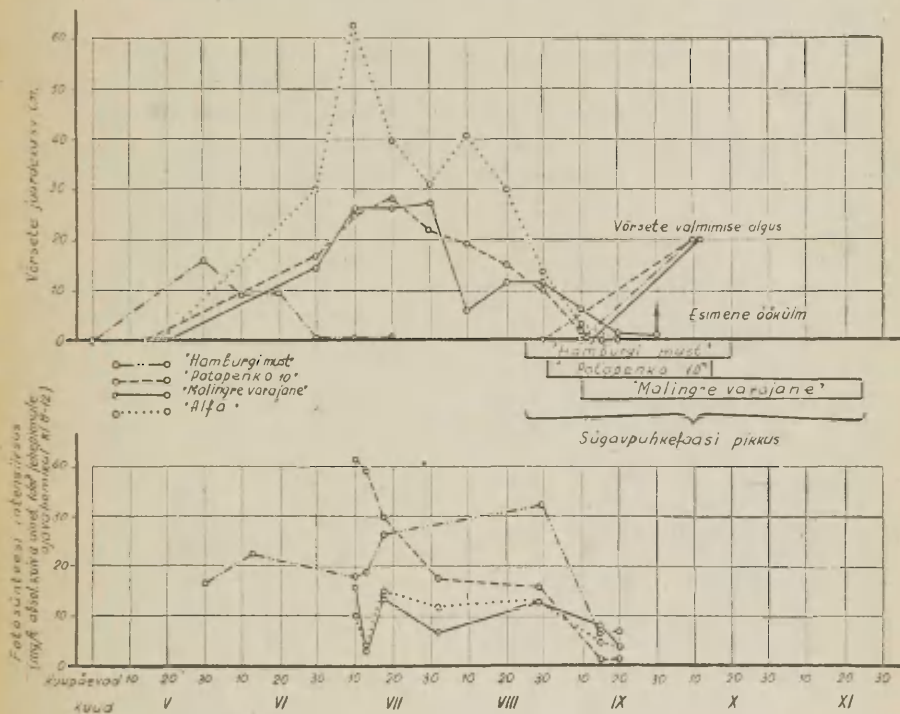
Tabel 1 (järg)

| Sort ja kasvukoht | Protsessi dünaamika | Kuupäevad | | | | | | | | | |
|--------------------------------|--------------------------------|-----------|-------|--------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------|
| | | 29. V | 4. VI | 13. VI | 10. VII | 13. VII | 18. VII | 2. VIII | 29. VIII | 15. IX | 20. IX |
| 'Potapenko 10' (avamaal) | Juurdeteke | — | — | — | 32,00 | 39,70 | 21,50 | 11,44 | — | 0,80 | 0,96 |
| | Äravool | — | — | — | 9,27 | — | 8,49 | 6,21 | 16,3 | 0,80 | 1,10 |
| | Fotosünteesi intensiivsus | — | — | — | 41,27 | 39,70 | 29,99 | 17,65 | 16,3 | 1,60 | 2,06 |
| | Hingamise intensiivsus | — | — | — | 1,06 | — | — | — | 0,99 | — | — |
| | Kuivaine kulu hingamisel: | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | a) mg/dm ² 1 tunnis | — | — | — | 0,72 | — | — | — | 0,67 | — | — |
| | b) % | — | — | — | 1,7 | — | — | — | 3,1 | — | — |
| | | | | | | | | | | | |
| Ohu t° | külmkasvuhoones avamaal | 15—20 | 17—20 | 19—26 | 17—21 12—21 | 22—26 19—23 | 18—24 20—26 | 18—24 18—21 | 16—24 14—21 | 10—20 11—17 | 7—10 8—8 |
| Mulla t° 40 sm sügavusel | külmkasvuhoones avamaal | 12,0 | 17,7 | 17,0 | 15,5 17,0 | 18,0 19,7 | 19,0 18,0 | — 20,2 | 15,5 14,2 | 10,8 10,7 | 8,1 7,0 |
| Valgustugevus tuhand. luks. | külmkasvuhoones avamaal | | | | 10—12 14—17 | 14—20 20—30 | 20—20 40—50 | — 14—16 | 40—40 70—60 | | |

* CO₂ mg/tunnis 1 dm² lehepinna kohta.

Hariliku viinapuu sortide fotosünteesi vegetatsiooniaegne käik väljendub aga kaheküürulise kõverana, kusjuures hilissuvine maksimum on veel küllaltki kõrge ja ületab mõnel sordil isegi varasuvise.

Võiks arvata, et fotosünteesi kõrged näitajad vegetatsiooniperioodi teisel poolel on positiivsed nähtused, mis võimaldavad taimel koguda talveks rohkem varuaineid, mille tõttu ta on suuteline ebasoodsatele ilmastikuoludele enam vastu panema. Asja teise külje vaatlemisel aga selgub (joon. 1), eriti avamaa



Joon. 1. Fotosünteesi intensiivsuse ja võrsete vegetatiivse juurdekasvu dünaamika 1957. a. vegetatsiooniperioodil.

oludes, et *V. vinifera* liigi sordid, antud juhul 'Malingre varajane', ei lõpeta oma kasvu õigeaegselt, vaid tal on veel teine vegetatiivne juurdekasv sügisel. Viimaseks kulutataksegi kõik tekkinud assimilaadid, mistõttu võrse jääb rohelseks ja vähe valminuks sügisel. Seega tuleb nimetatud näitajaid pidada spetsiifiliseks *V. vinifera* liigile, mis osutavad tema puudulikule kohanemisastmele antud kliimatingimustes.

Selleks aga, et kasutada hariliku viinapuu sortide kõrget fotosünteesi võimet, eriti suve teisel poolel ja sügisel (vt. joon. 1),

tuleb viinapuukasvatatajatel kunstlikult peatada vegetatiivne kasv ning plastilised ained juhtida viljade ja võrsete valmimiseks.

Kui püüda seostada omavahel võrsete vegetatiivse kasvu lõppemist ja fotosünteesi intensiivsuse vähenemist ühelt poolt ning võrsete valmimise protsessi ja sügavpuhkefaasi algust teiselt poolt, kusjuures kõikide näitajate taga seisab taime kohanemisaste ja külmakindlus, siis, nagu nähtub jooniselt 1, mida varem lõpeb viinapuu vegetatiivne kasv, seda varem läheb ta sügavpuhkefaasi (juhul, kui taimel seda üldse on) ja seda varem algab tema võrsete valmimine ning seda vastupidavam on ta antud oludes.

Fotosünteesi päevane dünaamika vegetatsiooniperioodil on antud tabelis 2. Nagu näha, on vegetatsiooniperioodi esimesel poolel ja keskel fotosünteesi maksimum päevases (kl. 8—20) dünaamikas hommikutundidel, kl. 8—12 vahel. Seejärel fotosünteesi intensiivsus langeb ja saavutab miinimumi kl. 20-ks. Vegetatsiooniperioodi lõpul on kulminatsioonipunkt keskpäeval, sest hommikud on ilmselt liiga pimedad ja jahedad fotosünteesi maksimumi saavutamiseks.

Seega esineb meil kasvatatavatel viinapuudel fotosünteesi päevases dünaamikas ainult üks maksimum (kl. 8—12) vastandina lõunarajoonides kasvatatavatele viinapuudele (Aleksandrov, 1929). Z. V. Vassiljeva (1956) ja M. V. Motorina (1958) peavad fotosünteesi intensiivsuse käiku viinapuule liigiomaseks nähtuseks. Nendes katsetes omavad soojanõudlikumad liigid päevase fotosünteesi kahe-, vähem soojanõudlikud aga üheküürulist kõverat.

Nagu juba mainitud, esineb meie vabariigi tingimustes kõikidel katses olevatel liikidel üheküüruline fotosünteesi päevane kõver. Seega puudub keskpäevane depressioon meil valitsevate madalate temperatuuride ja kõrge niiskuseražiimi tõttu ning päevast üheküürulist dünaamikat ei saa arvestada kui liigi tunnust. Nagu tabelist 2 nähtub, on antud tingimustega kohanenud viinapuu liikidel ja sortidel ('Potapenko 10', tüüp *V. amurensis*) fotosünteesi intensiivsus siiski kõrgem kui vähem kohanenutel. Eriti kehtib see vegetatsiooniperioodi esimese poole kohta, mis võimaldabki nendel liikidel ja sortidel talletada kiiremini varuaineid ning lõpetada vegetatiivsed kasvuprotsessid varem.

Fotosüntees kulgeb viinapuu lehtedes meie vabariigi oludes veel 8°C temperatuuril (vt. tab. 1), mis näitab, et vegetatsiooniperioodi esimesel poolel ja keskel ei ole soojus fotosünteesi limiteeriv faktor. A. A. Bazanko ja M. P. Turžova (1955) sedastavad normaalset fotosünteesi veel 6—7°C temperatuuril.

Meil kasvatatavatel viinapuudel on fotosünteesi intensiivsus päevas (kl. 8—12) katmikalal 4,91—19,44 mg absoluutset kuiva ainet 1 dm² lehepinna kohta tunnis (maksimum 32,90), avamaal 1,62—17,16 maksimumiga 41,27. Need andmed ühtivad üldiselt V. T. Aleksandrovi (1929), L. G. Gavrilova (1938),

Tabel 2

Fotosünteesi intensiivsuse päevane käik 1957. a. vegetatsiooniperioodil (abs. kuiva ainet mg/tunnis 1 dm² lehepinna kohta)

| Sort | Kuupäev | 8—12 | | | | | 12—16 | | | | | 16—20 | | | | | Keskmiselt päevas (8—20) | | |
|-----------------------|----------|------|-----------------------------|------------|---------|----------------------|-------|-----------------------------|------------|---------|----------------------|-------|-----------------------------|------------|---------|----------------------|--------------------------|---------|----------------------|
| | | T° | Valgustugevus tuh. luks. | Juurdeleke | Äravool | Fotosünt. intens. | T° | Valgustugevus tuh. luks. | Juurdeleke | Äravool | Fotosünt. intens. | T° | Valgustugevus tuh. luks. | Juurdeleke | Äravool | Fotosünt. intens. | Juurdeleke | Äravool | Fotosünt. intens. |
| 'Hamburgi must' | 29. V | 15 | | 13,21 | 3,17 | 16,38 | 20 | | 1,86 | 19,00 | 20,86 | 15—15 | | — | 16,50 | 16,50 | 5,00 | 12,8 | 17,80 |
| 'Hamburgi must' | 4. VI | 17 | | 8,45 | 7,50 | 15,95 | 20 | | — | 23,00 | 23,00 | 20—18 | | — | 19,40 | 19,40 | 2,81 | 16,63 | 19,44 |
| 'Hamburgi must' | 12. VI | 21 | | 10,56 | 5,65 | 16,21 | 29 | | — | 5,30 | 5,30 | 33—28 | | — | 5,20 | 5,30 | 3,52 | 5,38 | 8,90 |
| 'Hamburgi must' | 13. VI | 19 | | 22,62 | — | 22,62 | 26 | | — | 5,00 | 5,00 | 24—19 | | — | 22,17 | 22,17 | 7,53 | 9,05 | 16,58 |
| 'Hamburgi must' | 10. VII | 17 | 10 | 18,37 | — | 18,37 | 21 | 12 | | | | 20—18 | | 2,50 | 0,81 | 3,31 | 6,90 | 0,26 | 7,11 |
| 'Malingre varajane' | 10. VII | 12 | 14 | 10,48 | 5,11 | 15,59 | 21 | 17 | | | | 20—18 | | 6,82 | 4,86 | 11,68 | 5,73 | 3,30 | 9,03 |
| 'Alfa' | 10. VII | 12 | 14 | 10,00 | — | 10,00 | 21 | 17 | | | | 20—18 | | 7,10 | 4,00 | 11,10 | 5,70 | 1,33 | 7,03 |
| 'Potapenko 10' | 10. VII | 12 | 14 | 32,00 | 9,27 | 41,27 | 21 | 17 | | | | 20—18 | | 2,00 | 0,43 | 2,43 | 11,33 | 3,20 | 14,63 |
| 'Hamburgi must' | 12. VII | 20 | | — | 8,00 | 8,00 | 20 | | 22,74 | — | 22,74 | 21—20 | | — | 20,36 | 20,36 | 7,58 | 9,45 | 17,03 |
| 'Malingre varajane' | " | 20 | | — | — | — | 20 | | 8,77 | 11,25 | 20,02 | 21—20 | | 5,25 | — | 5,25 | 4,67 | 8,42 | 13,07 |
| 'Alfa' | " | 20 | | 5,25 | — | 5,25 | 20 | | — | 17,00 | 17,00 | 21—20 | | — | — | — | 1,75 | 5,66 | 7,41 |
| 'Potapenko 10' | " | 20 | | 14,40 | 14,71 | 29,11 | 20 | | 9,25 | — | 9,25 | 21—20 | | — | — | — | 7,88 | 4,90 | 12,78 |
| 'Hamburgi must' | 13. VII | 22 | 14 | 19,60 | — | 19,60 | 26 | 20 | — | 1,0 | 1,0 | 23—21 | | — | 17,00 | 17,00 | 6,53 | 6,00 | 12,53 |
| 'Malingre varajane' | " | 19 | 20 | 3,70 | — | 3,70 | 23 | 30 | 20,0 | — | 20,0 | 23—24 | | — | 2,00 | 2,00 | 7,90 | 0,66 | 8,56 |
| 'Alfa' | " | 19 | 20 | 3,25 | — | 3,25 | 23 | 30 | 7,20 | 1,37 | 8,57 | 23—24 | | — | 13,40 | 13,40 | 3,48 | 4,92 | 8,40 |
| 'Potapenko 10' | " | 19 | 20 | 39,70 | — | 39,70 | 23 | 30 | — | 1,62 | 1,62 | 23—24 | | — | — | — | 13,23 | 0,54 | 13,77 |
| <i>Parthenocissus</i> | 17. VII | 21 | | — | 11,60 | 11,60 | 27 | | 15,20 | — | 15,20 | 31 | | 5,10 | | 5,10 | 6,70 | 3,90 | 10,60 |
| 'Hamburgi must' | 18. VII | 18 | 20 | 18,70 | 7,70 | 26,40 | 24 | 20 | — | 5,90 | 5,90 | 20—17 | | — | 4,62 | 4,62 | 6,23 | 6,06 | 12,29 |
| 'Malingre varajane' | " | 20 | 40 | 9,67 | 4,30 | 13,97 | 26 | 50 | 6,11 | 3,90 | 10,01 | 20—17 | | 1,80 | 0,20 | 2,00 | 5,83 | 2,80 | 8,63 |
| 'Alfa' | " | 20 | 40 | 10,50 | 4,20 | 14,70 | 26 | 50 | 5,10 | 4,00 | 9,10 | 20—17 | 38 | 2,26 | 1,87 | 4,13 | 5,93 | 3,33 | 9,26 |
| 'Potapenko 10' | " | 20 | 40 | 21,50 | 8,49 | 29,99 | 26 | 50 | 11,20 | 6,70 | 17,98 | 20—17 | | 2,93 | 0,87 | 3,80 | 11,86 | 5,30 | 17,16 |
| 'Hamburgi must' | 2. VIII | 18 | | — | — | — | 24 | | — | — | — | 21—17 | | — | — | — | — | — | — |
| 'Malingre varajane' | " | 18 | 14 | 4,90 | 2,00 | 6,90 | 21 | 16 | 3,91 | 2,00 | 5,91 | 21—17 | | — | 1,94 | 1,94 | 2,93 | 1,98 | 3,91 |
| 'Alfa' | " | 18 | 14 | 9,77 | 2,00 | 11,77 | 21 | 16 | 4,00 | 1,24 | 5,24 | 21—17 | 16 | 1,86 | 1,02 | 2,88 | 5,21 | 1,41 | 6,82 |
| 'Potapenko 10' | " | 18 | 14 | 11,44 | 6,21 | 17,65 | 21 | 16 | 8,20 | 4,67 | 12,87 | 21—17 | | 2,03 | 1,50 | 3,58 | 7,24 | 4,12 | 11,36 |
| 'Hamburgi must' | 29. VIII | 16 | 40 | 32,90 | — | 32,90 | 24 | 40 | — | 2,30 | 2,30 | 18—15 | | — | — | — | 10,96 | 0,76 | 11,72 |
| 'Malingre varajane' | " | 14 | 70 | 12,70 | — | 12,70 | 21 | 60 | — | 16,20 | 16,20 | 18—15 | | — | — | — | 4,23 | 5,40 | 9,63 |
| 'Alfa' | " | 14 | 70 | 5,60 | 7,20 | 12,8 | 21 | 60 | — | 14,20 | 14,20 | 18—15 | | — | — | — | 1,86 | 7,13 | 8,99 |
| 'Potapenko 10' | " | 14 | 70 | — | 18,30 | 18,30 | 21 | 60 | 2,80 | — | 2,80 | 18—15 | | — | — | — | 0,93 | 6,10 | 7,03 |
| 'Hamburgi must' | 15. IX | 10 | | 5,41 | 1,00 | 6,41 | 20 | | 12,60 | — | 12,60 | 15—11 | | 2,06 | 4,20 | 6,26 | 6,69 | 1,73 | 8,42 |
| 'Malingre varajane' | " | 11 | | 3,00 | 5,60 | 8,60 | 17 | | 10,94 | — | 10,94 | 17—10 | | 1,44 | 4,61 | 6,05 | 5,12 | 3,40 | 8,52 |
| 'Alfa' | " | 11 | | 4,27 | 2,41 | 6,68 | 17 | | 5,52 | 1,20 | 6,72 | 17—10 | | — | 3,59 | 3,59 | 3,26 | 2,40 | 5,66 |
| 'Potapenko 10' | " | 11 | | 0,80 | 0,80 | 1,60 | 17 | | 3,67 | — | 3,67 | 17—10 | | — | 1,90 | 1,90 | 1,49 | 0,90 | 2,39 |
| 'Hamburgi must' | 20. IX | 7 | | 3,75 | 3,20 | 6,95 | 10 | | 4,05 | 1,35 | 5,40 | 12—10 | | — | 2,39 | 2,39 | 2,60 | 2,31 | 4,91 |
| 'Malingre varajane' | " | 8 | | — | 4,10 | 4,10 | 8 | | 7,24 | — | 7,24 | 8—8 | | 4,66 | 1,00 | 5,66 | 3,96 | 1,70 | 5,66 |
| 'Alfa' | " | 8 | | 2,00 | 1,95 | 3,95 | 8 | | 3,90 | — | 3,90 | 8—8 | | — | 3,43 | 3,43 | 1,96 | 1,79 | 3,75 |
| 'Potapenko 10' | " | 8 | | 0,96 | 1,10 | 2,06 | 8 | | 1,94 | — | 1,94 | 8—8 | | — | 0,90 | 0,90 | 0,96 | 0,66 | 1,62 |

Tabel 3

Fotosünteesi ja hingamise ööpäevane käik (abs. kuiva ainet mg/tunnis 1 dm² lehepinna kohta)

| Sort | Kuupäev | Kellaaeg | Õhu t° | Õhu relatiiv- ne niiskus %-des | Valgustuge- vus tuh. luks. | Juurdeteke | Äravool | Fotosünt. intens. | Hingamine (CO ₂ mg l tunnis 1 g toorkaalule) | Hingamine | Kuivaire kulu hinga- misel %-des | Fotosünt. produkt. | Niiskus lehtedes %-des |
|-------------------------|---------------|-----------------------------------|--------|--------------------------------------|----------------------------------|------------|---------|----------------------|--|-----------|--|-----------------------|------------------------------|
| 'Ham- burgi must' | 23.—29. VI | 8—12 | 18—28 | 80—70 | 40—60 | 14,5 | 1,4 | 15,9 | 0,60 | 0,41 | 2,5 | 15,5 | 68,2 |
| | | 12—16 | 28—25 | 70—60 | 60—50 | 4,2 | 8,9 | 13,1 | 0,78 | 0,53 | 4,0 | 12,5 | 69,7 |
| | | 16—20 | 25—21 | 60—70 | 50—10 | — | 10,8 | 10,8 | 0,40 | 0,27 | 2,5 | 10,5 | 71,9 |
| | | 20—24 | 21—18 | 70—82 | 10—0 | — | 1,2 | 1,2 | 0,52 | 0,35 | 29,4 | 0,85 | 75,2 |
| | | 24—04 | 18—17 | 82—84 | 0—10 | 12,9 | 8,0 | 20,9 | 0,61 | 0,41 | 2,0 | 20,5 | 74,2 |
| | | 04—08 | 17—19 | 84—86 | 10—20 | 27,1 | — | 27,1 | 0,60 | 0,40 | 1,5 | 26,7 | 69,0 |
| | | Keskmiselt ööpäevas 1 tunni kohta | | | | | 12,1 | 5,8 | 17,9 | — | — | 14,4 | — |
| | | | | | | | | | | | | | |

K. D. Stojevi (1952, 1956) ja Z. V. Vassiljeva (1956) andmetega, kes samuti oma katsetes on kasutanud Sachsi meetodit. Andmeid ei saa aga hästi võrrelda meie katseandmetega sellepärast, et paljud autorid ei ole määramisel arvestanud orgaanilise aine äravoolu (Aleksandrov, 1929; Stojev, 1956). Osa autoreid (Motorina, 1958; Negrul ja Nikiforova 1958) on saanud aga ajavahemikul kl. 8—12 kaks kuni kolm korda väiksemaid näitajaid, mis on seletatav sellega, et lõunarajoonides kulutavad lehed hingamiseks kõrge temperatuuri tõttu väga palju orgaanilist ainet. Kõrge temperatuuriga kaasneb veel suur kuivus, mis põhjustabki fotosünteesi depressiooni, mida aga meie tingimustes ei esine.

Fotosünteesi ööpäevast käiku osutus vajalikuks selgitada sellepärast, et fotosünteesi määramisel selgus väga sageli, et viinapuu ajavahemikul kl. 8—20 ei ole töötanud n. ö. kasudega, s. o. orgaanilise aine äravool ületas juurdetেকে ja seda mõnikord mitu päeva järjest. See asjaolu sundiski revideerima viinapuu fotosünteesi aja pikkust meie oludes. Nagu tabelist 3 selgub, ületab orgaanilise aine äravool juurdetেকে ajavahemikul kl. 16—24, s. o. $\frac{1}{3}$ ööpäeva pikkusest. Äravoolu maksimum langeb ajavahemikule kl. 16—20. Juunikuus algab fotosüntees juba paari tuhande luksise valgustugevuse juures ca kl. 2 öösel ja orgaanilise aine juurdetেকে saavutab oma maksimumi kl. 8-ks hommikul (joon. 2). Eriti intensiivne on orgaanilise aine juurdetেকে hommiku poole ööd. Sellega ongi seletatav äravoolu ülekaal juurdetেকে suhtes ajavahemikul kl. 8—20-ni. Nimetatud määramiskatsed näitavad viinapuu vähest valgusnõudlikkust fotosünteesil ja ka seda, et viinapuu fotosünteesib ekstensiivselt sel juhul, kui ta lehe sammaskoed on täitunud assimilaatidega ning kui puudub äravool (keskpäeval). Pärast assimilaatidest vabanemist algab fotosüntees jälle endise intensiivsusega. Valguse ja pimeduse kiire vaheldumisega on J. J. Jermolajeval (1956) läinud korda tõsta taimede üldist assimilatsiooni.

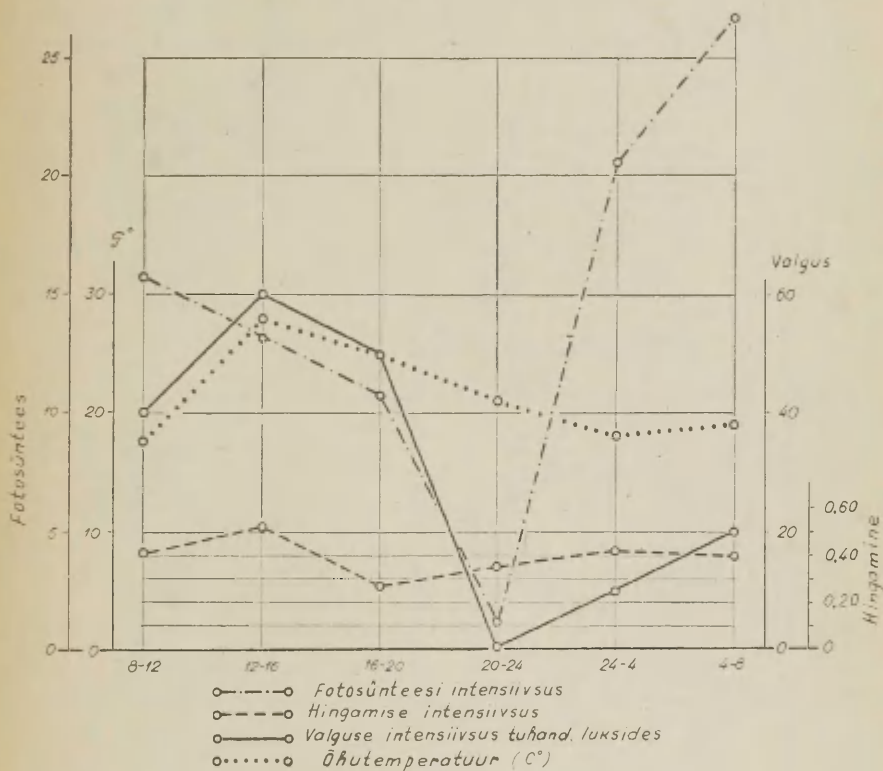
Hingamise maksimum, vaadelduna ööpäeva kestel, on keskpäeval kl. 12 (joon. 2, tab. 3), s. o. ajal, mil fotosünteesi intensiivsus hakkab vaibuma ja temperatuur saavutab päevase kulminatsiooni. Hingamine ei ole võrdelises seoses fotosünteesiga, vaid tõuseb üheaegselt temperatuuriga. Hingamise miinimum on peale lõunat. Öö saabudes hingamine intensiivistub ja saavutab teise maksimumi hommikul kella neljaks, mis ei ületa aga päevast maksimumi. Hommikutundidel on hingamise ja fotosünteesi kõverad ühesuunalised.

Mis puutub hingamise vegetatsiooniaegsesse dünaamikasse (tab. 4), siis vegetatsiooniperioodi esimesel poolel on hingamine intensiivsem kui lõpul. Seda tuleb lugeda normaalseks, sest vegetatsiooni esimesel poolel toimuvad intensiivsed kasvuprotsessid, milleks vabanebki hingamisel energia. Vegetatsiooni teisel poo-

jel vananevad lehed, pidurdub kasv ja selle tagajärjel vähenebki hingamine, mille arvel tõuseb fotosünteesi produktiivsus.¹

Huvitav on märkida, et vahetult enne lehtede langemist tõuseb viinapuu lehtede hingamise intensiivsus kõikidel katsetaimedel (vt. tabel 4).

Th. Lippmaa (1924) peab sügisel lehtedes suurt suhkrute olemasolu antotsüaani tekkimise põhjuseks, mille tagajärjel lehtede



Joon. 2. Fotosünteesi intensiivsuse ja hingamiseks kulunud orgaanilise aine ööpäevane käik külmkasvuhoones 27. VI 58. Sort 'Hamburgi must' (abs. kuiva ainet mg/tunnis 1 dm² lehepinnaale).

värvus muutub. Võib arvata, et esimeste külmade tulekuga hüdrolüüsib tärklis suhkruteks, mis moodustab soodsa hingamissubstraadi, millest ongi põhjustatud intensiivsem hingamine.

Fotosünteesi intensiivsuse teadmine ei võimalda alati veel saada õiget ettekujutust sellest, kui produktiivselt töötab taime

¹ Fotosünteesi produktiivsus = fotosünteesi intensiivsus miinus hingamiseks kulunud orgaanilise aine hulk.

Hingamise intensiivsuse dünaamika (CO₂ mg/tunnis)

[illegible]

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 18 | 14 | 15 | 16 | 17 |
|----------------------------------|------------|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|----|----|------|------|------|------|
| 'Broadland' (külmkasvuhoones) | keskmine | 7. VI | 0,33 | 0,52 | 0,42 | 0,71 | 0,43 | 0,73 | 0,41 | 0,70 | | | | | 0,39 | 0,66 |
| | " | 10. VI | 0,41 | 0,65 | 0,48 | 0,82 | 0,58 | 0,99 | 0,50 | 0,85 | | | | | 0,49 | 0,83 |
| | " | 12. VI | 0,28 | 0,45 | 0,39 | 0,66 | 0,32 | 0,54 | 0,39 | 0,66 | | | | | 0,38 | 0,65 |
| | noor | 17. VI | 0,68 | 1,08 | 0,73 | 1,24 | 0,51 | 0,87 | 0,44 | 0,75 | | | | | 0,59 | 1,00 |
| | vana | 19. VI | 0,54 | 0,86 | 0,38 | 0,65 | 0,37 | 0,63 | 0,23 | 0,39 | | | | | 0,38 | 0,65 |
| | keskmine | 3. VII | 0,25 | 0,42 | 0,24 | 0,41 | 0,32 | 0,54 | | | | | | | 0,27 | 0,46 |
| | " | 7. IX | 0,31 | 0,53 | 0,15 | 0,26 | | | | | | | | | | |
| | " | 16. IX | 0,42 | 0,71 | 0,27 | 0,46 | | | | | | | | | | |
| | " | 22. X | 0,81 | 1,37 | | | | | | | | | | | | |
| 'Potapenko 10' (avamaal) | keskmine | 26. VI | 0,62 | 0,99 | 0,74 | 1,18 | 0,87 | 1,49 | 1,18 | | | | | | 0,85 | 1,36 |
| | " | 3. VII | 0,91 | 1,45 | 0,90 | 1,44 | 1,08 | 1,72 | 1,88 | | | | | | 0,96 | 1,53 |
| | vana | 10. VII | 0,75 | 1,20 | | | | | | | | | | | | |
| | noor | " | 1,04 | 1,66 | | | | | | | | | | | | |
| | ennakvõrse | " | 1,97 | 3,15 | | | | | | | | | | | | |
| | keskmine | 15. VIII | 0,35 | 0,56 | 0,51 | 0,81 | 0,54 | 0,86 | 0,53 | 0,84 | | | 0,53 | 0,84 | 0,50 | 0,80 |
| | " | 7. IX | 0,48 | 0,76 | 0,51 | 0,81 | | | | | | | | | | |
| | " | " | | | 0,52 | 0,82 | | | | | | | | | | |
| | noor | " | | | 1,10 | 1,76 | | | | | | | | | | |
| 'Malingre varajane' (avamaal) | keskmine | 7. IX | | | 0,34 | 0,64 | | | | | | | | | | |
| | " | 23. X | | | 0,77 | 1,46 | | | | | | | | | | |

Tabel 5

Klorofüllü päevane ja vegetatsiooniaegne dünaamika 1958. a.
(mg 1 g toorkaalu kohta)

| Sort ja kasvukoht | Kuupäev | Lehe vanus | Kellaajad | | | | Keskmiselt |
|--|-------------|------------|-----------|------|-----|-----|------------|
| | | | 8 | 12 | 16 | 20 | |
| 'Hamburgi must' (külmkasvuhoones) | 17. VI 58 | vana | 5,1 | 4,7 | 5,3 | 4,6 | 4,9 |
| | " | noor | 3,5 | 3,7 | 3,2 | 3,6 | 3,5 |
| | 8. VII 58 | keskmine | 5,0 | 4,6 | 5,0 | 3,8 | 4,6 |
| | 5. VIII 58 | " | 4,7 | 5,1 | 4,2 | — | 4,6 |
| | 29. VIII 58 | vana | | 4,5 | | | |
| | " | noor | | 6,0 | | | |
| | " | ennakvõrse | | 6,1 | | | |
| | 11. IX 58 | vana | | | 4,6 | | |
| | 12. IX 58 | " | | | 4,3 | | |
| | 27. IX 58 | " | | 3,6 | | | |
| | " | noor | | 2,9 | | | |
| | " | ennakvõrse | | 5,0 | | | |
| | 23. X 58 | vana | | 2,3 | | | |
| | 26. VI 58 | vana | 10,3 | 7,5 | 7,1 | 6,0 | 7,7 |
| | " | noor | 8,8 | 5,8 | 7,4 | 3,9 | 6,4 |
| 'Broadland' (külmkasvuhoones) | 3. VII 58 | keskmine | 7,8 | 8,9 | 7,4 | 7,9 | 8,2 |
| | 8. VII 58 | " | 8,4 | 7,8 | 7,3 | 6,4 | 7,4 |
| | " | " | 8,9 | 9,9 | 8,8 | 7,3 | 8,7 |
| | 19. VII 58 | vana | | 6,7 | | | |
| | " | noor | | 7,4 | | | |
| | " | ennakvõrse | | 8,4 | | | |
| | 29. VIII 58 | keskmine | | 7,0 | | | |
| | 11. IX 58 | " | | | 7,0 | | |
| | 12. IX 58 | " | | | 7,8 | | |
| | 27. IX 58 | " | | | 8,1 | | |
| | 23. X 58 | " | | 2,3 | | | |
| | 26. VI 58 | keskmine | 7,1 | 5,1 | 5,5 | 5,0 | 5,5 |
| 'Potapenko 10' (avamaal) | 3. VII 58 | " | 6,6 | 4,5 | 3,8 | 5,6 | 5,1 |
| | 8. VII 58 | " | 3,4 | 5,9 | 4,5 | 5,0 | 4,7 |
| | 5. VIII 58 | " | 4,1 | 4,5 | 4,0 | — | 4,2 |
| | 29. VIII 58 | " | | 5,0 | | | |
| | 11. IX 58 | " | | | 3,4 | | |
| | 12. IX 58 | " | | | 3,5 | | |
| | 20. VII 58 | keskmine | 5,0 | 5,3 | 3,7 | — | 4,6 |
| 'Malingre varajane' (avamaal) | 29. VII 58 | vana | — | 5,8 | — | — | 5,8 |
| | " | noor | — | 3,7 | — | — | 3,7 |
| | " | ennakvõrse | — | 4,4 | — | — | 4,4 |
| | 5. VIII 58 | keskmine | — | 5,1 | — | — | |
| | 11. IX 58 | " | | 5,0 | | | |
| | 12. IX 58 | " | | 3,0 | | | |
| | 27. IX 58 | " | | 5,2 | | | |
| | 23. X 58 | " | | 2,9 | | | |
| | 31. VII 58 | keskmine | | 14,0 | | | |
| | 11. IX 58 | " | | 3,6 | | | |
| <i>Parthenocissus</i> (seina ääres) | 22. X 58 | " | | 0,6 | | | |

antud kliimatingimustes, sest siin ei ole arvestatud hingamiseks kulutatud orgaanilise aine hulka.

Tabelist 1 näeme, et meil kasvatatavad viinapuu kõik liigid ja sordid kulutavad hingamiseks keskmiselt 4—15% fotosünteesitud kuivainest, vaatamata nende erinevatele kasvukohtadele.

Mis puutub ööpäevasesse dünaamikasse, siis kulub hingamiseks kõige enam orgaanilist ainet ajavahemikul kl. 20—24 (29,4%), kõige vähem aga ajavahemikul kl. 4—8 (1,5—2,5%, tab. 3). Meie katseandmed ühtivad S. P. Kostõtševi (1937) ja A. V. Klešnini (1954) andmetega, erinevad aga M. V. Motorina (1958) andmetest. Viimase autori järgi moodustab hingamine viinapuudel 30—40% sünteesitud kuivainest.

Hingamiseks kuluv väike kuivaineprotsent on seletatav sellega, et meil valitsevad suhteliselt madalad temperatuurid, mille tagajärjel hingamise intensiivsus on ca 3—5 korda väiksem kui soojemates lõunarajoonides. Sellega on seletatav viinapuu kõrgem fotosünteesi produktiivsus meie vabariigis, võrreldes lõunarajoonidega. See omakorda aga näitab, et viinapuu võib meie kohalikes kliimatingimustes takistamatult fotosünteesida ja lühikese vegetatsiooniperioodi jooksul koguda küllaldaselt saagi valmistamiseks vajaminevaid orgaanilisi aineid. Viimast asjaolu soodustab veel meil valitsev pikk päev ja küllaldane õhuniiskus. Eespool nimetatud faktide tõttu ongi viinapuu võimeline meie kliimas laabuma. (Mõningatel aastatel mõjub aga liigne sademete hulk meil ka siiski fotosünteesi takistavalt, näiteks katse-aastal 1956.)

Klorofüllisisaldus (vt. tab. 5) oleneb viinapuu liigist ja sordist ning kasvukohast.

Kui võrrelda *V. vinifera* liigi sorte külmkasvuhoones, siis sisaldab avamaasort 'Broadland', mida kasvatatakse külmkasvuhoones, rohkem klorofüllit kui vastav kasvahoonesort 'Hamburgi must', olgugi et kasvutingimused on siin võrdsed. Jälgides lehe värvust ja paksust, näeme, et 'Broadlandil' on hästi tumerohelised ja paksud lehed, kuna 'Hamburgi mustal' on lehed kahvadud, kollakasrohelised. Seega näib, et klorofüllit hulk on siin sordile omane nähtus ning et see on tihedas sõltuvuses lehe paksusest ja värvusest.

Võrreldes aga neidsamu kasvahoones kasvavaid sorte samade sortidega avamaal (tab. 6), näeme, et paremate valgustingimuste puhul avamaal on lehtedes klorofüllit hulk vähenenud. Eriti täheledatav on see sordil 'Broadland'. Niisugust tõsiasja kinnitab ka P. G. Tavadze (1957), kes oma katsetes Gruusia oludes vähendas valgustugevust viinapuudel 10—20% täielikust valgusest, mille tagajärjel klorofüllit hulk suurenes ligi kaks korda, kuna teistes pigmentides samal ajal muutusi ei toimunud. See näitab, et viinapuu on võimeline kergesti kohanema varjutusega. P. G. Tavadze konstateerib samade katsete põhjal, et hajuvas

Klorofüllisisalduse olenevus valguse tugevusest

| Sort | Kuupäev | Kasvukoht | Valgustugevus tuh. luks. | Klorofüllisisaldus (mg 1 g toorkaalule) |
|-----------------------|-------------|-------------|--------------------------|---|
| 'Broadland' | 3. VII 58 | Kasvuhoones | 10 | 8,2 |
| | 3. VII 58 | Avamaal | 40 | 5,9 |
| 'Hamburgi must' | 31. VII 58 | Kasvuhoones | 15 | 4,5 |
| | 31. VII 58 | Avamaal | 30 | 4,0 |
| <i>Parthenocissus</i> | 29. VIII 58 | Seina ääres | — | 9,2 |

valguses on orgaanilise aine teke lehtedes suurem kui otseses valguses, mille tagajärjel suureneb ka saak.

Ka meie fotosünteesi määramise katsed näitasid (vt. tab. 1 ja 2), et katmikikalal hajuvas valguses kasvavad taimed ei jää oma fotosünteesi intensiivsusest maha avamaal kasvavatest taimedest.

Baranov (1949) märgib, et viinapuu suure kohanemisvõime põhjust järskude valgus- ja välistingimustega tuleb otsida selle kultuuri arenemise ajaloost. Baranovi järgi olid viinapuu esivanemad valgust armastavad avamaataimed. Tertsiaaris kulges viinapuu kasv ja arenemine aga troopika ja mõõduka tsooni varjulistes metsades. Nimelt sel perioodil, võitluses valguse pärast, toimuski viinapuu põõsa muutumine liaaniks.

Need arvamused annavad tõepoolest põhjust järeldada, et viinapuu võitluses valguse pärast ise muutus enam või vähem varju taluvaks taimeks. Ka meie vaatlus- ja katseandmed näitavad, et viinapuu, tänu oma kõrgele klorofüllisisaldusele, on võimeline andma suuri saake kasvuhoonetes ja seinäärse kultuurina, s. o. mitte kõige parema valgusrežiimi juures. Suur klorofüllisisaldus lehtedes kompenseerib väiksema valgustugevuse ja võib arvata, et isegi madala temperatuuri, sest klorofüllil kui optilise sensibilisaatori hulgast sõltub valgusenergia neeldumine. Mida rohkem sisaldab kloroplast klorofüllil, seda väiksemal valgusel algab fotosüntees. Teisest küljest viib aga kõrge klorofüllisisaldus tugeva valguse puhul liigsele valgusenergia neeldumisele, mis kutsub esile fotosünteesi alanemise. Sellega ongi seletatav, miks meie katsetes (eriti aga lõunas) fotosünteesi intensiivsus ja valgustugevus ei tõuse paralleelselt (vt. joon. 2).

Viinapuu lehe kaalu ja klorofüllisisalduse võrdlemisel paistab silma võrdeline sõltuvus (vt. tab. 7). Lehe kaalu suurenedes tõuseb ka klorofüllil hulk. Klorofüllisisalduse ja lehe kaalu vahetõus kord kõigub katsealustel objektidel 0,40—0,93% vahel. Ljubimenko (1906) näitab, et varju taluvatel taimedel on klorofüllil suhe lehe toorkaalusse suur, kõikides tema katsetes 0,40—0,79% ümber, valgust armastavatel taimedel on see aga 0,11—

Klorofüllil hulga ja lehe kaalu suhe 1957. a. vegetatsiooniperioodil

| Sort ja kasvukoht | Klorofüllil sisaldus mg 1 dm ² lehe- pinnale | | 1 dm ² lehe- pinna kaal g | | Klorofüllil hulga ja lehe kaalu suhe | | Assi- milat- siooni arv |
|--|---|-----------------|---|-----------------|---|-----------------|----------------------------------|
| | täiskasva- nud lehed | noored lehed | täiskasva- nud lehed | noored lehed | täiskasva- nud lehed | noored lehed | |
| 'Hamburgi must' (kasvuhooones) | 8,4 | — | 1,65 | — | 0,50 | — | 4,4 |
| 'Broadland' (kasvuhooones) | 13,9 | — | 1,74 | — | 0,79 | — | — |
| 'Malingre varajane' (avamaal) | 8,0 | — | 2,01 | — | 0,40 | — | 2,2 |
| 'Madeleine royal' (seina ääres) | 8,1 | — | 1,42 | — | 0,58 | — | — |
| 'Alfa' (avamaal) | 8,9 | — | 1,52 | — | 0,59 | — | 3,1 |
| 'Potapenko 10' (avamaal) | 7,3 | — | 1,82 | — | 0,40 | — | 7,0 |
| <i>V. amurensis</i> (avamaal) | 11,7 | 7,6 | 1,50 | 1,14 | 0,78 | 0,67 | — |
| <i>Parthenocissus</i> (seina ääres) | 14,9 | 8,9 | 1,61 | 0,98 | 0,98 | 0,91 | 2,1 |

0,12%. Seega kuuluvad meil kasvatatavad viinapuud varju talu-
vate taimede hulka.

Võrreldes kasvuhooones ja avamaal kasvavate viinapuu lehtede
kaalu dünaamikat vegetatsiooniperioodi ulatuses, näeme, et kasvu-
hooonesortidel väheneb sügise poole lehe keskmine kaal, avamaa-
sortidel aga tõuseb. Järelikult kasvuhooonesortidel toimub sep-
tembrikuus orgaanilise aine äravool lehtedest võrsetesse ja juur-
tesse ning toimub ettevalmistus lehtede langemiseks. Avamaa-
sortidel 'Malingre varajane' kestab aga intensiivne kasvuprotsess
edasi ning lehtede kaal ühes sellega suureneb. Lehed langevad
esimeste külmade tagajärjel ja viivad endaga kaasa väärtuslikke
toitaineid.

Sügisene klorofüllisisaldus lehtedes näitab viinapuu kohane-
misastet (tab. 5). Meie oludes kohanenud viinapuu liigid ja sor-
did (*V. amurensis*, *Parthenocissus*, 'Potapenko 10') muudavad

Tabel 8

Askorbiinhappe päevane ja vegetatsiooniaegne dünaamika
(mg% toorkaalu kohta)

| Sort ja kasvukoht | Kuupäev | Lehe vanus | Kellaajad | | | | Kesk. |
|--|-------------|------------|-----------|-----|-----|-----|-------|
| | | | 8 | 12 | 16 | 20 | |
| 'Hamburgi must' (külmaskasvuhooes) | 7. VI 58 | keskmine | 199 | 218 | 197 | 182 | 199 |
| | 10. VI 58 | " | 211 | 208 | 233 | 217 | 217 |
| | 12. VI 58 | " | 252 | 283 | 254 | 219 | 252 |
| | 17. VI 58 | noor | 249 | 266 | 213 | 188 | 229 |
| | 17. VI 58 | vana | 207 | 205 | 142 | 144 | 174 |
| | 4. VII 58 | keskmine | — | 216 | — | — | 216 |
| | 15. VIII 58 | " | 198 | 155 | 189 | 198 | 185 |
| | 7. IX 58 | " | 100 | | | | |
| | 22. X 58 | " | | 184 | | | |
| 'Broadland' (külmaskasvuhooes) | 7. VI 58 | keskmine | 118 | 186 | 187 | 171 | 145 |
| | 10. VI 58 | " | 129 | 195 | 176 | 199 | 149 |
| | 12. VI 58 | " | 187 | 241 | 234 | 261 | 230 |
| | 19. VI 58 | noor | 174 | 203 | 211 | 191 | 194 |
| | 19. VI 58 | vana | 157 | 142 | 155 | 199 | 163 |
| | 3. VII 58 | keskmine | 149 | 146 | 106 | 111 | 130 |
| | 31. VII 58 | " | 130 | | | | |
| | 7. IX 58 | " | 165 | | | | |
| | 22. X 58 | " | 127 | | | | |
| 'Potapenko 10' (avamaal) | 26. VI 58 | keskmine | 283 | 252 | 300 | 256 | 272 |
| | 3. VII 58 | " | 232 | 207 | 256 | 221 | 229 |
| | 5. VIII 58 | " | 372 | | | | |
| | 15. VIII 58 | " | 306 | 295 | 351 | 306 | 289 |
| | 7. IX 58 | " | 249 | | | | |
| 'Malingre varajane' (avamaal) | 20. VII 58 | keskmine | 225 | 279 | 296 | | |
| | 7. IX 58 | " | 252 | 253 | | | |
| | 22. X 58 | " | 183 | | | | |
| <i>Parthenocissus</i> (seina ääres) | 7. IX 58 | keskmine | 161 | 224 | 157 | | |
| | 22. X 58 | " | 84 | | | | |

sügisel oma lehe värvust klorofüllil lagunemise tõttu, mille tagajärjel kogu klorofüllil hulk lehtedes langeb. *V. vinifera* sortidel on see langus aga vähem märgatav.

Mis puutub järelduste tegemisse viinapuu vastupidavuse ja külmaskindluse osas nende lehtede klorofüllisisalduse alusel, siis ei saa me oma katsete põhjal klorofüllil hulka siduda viinapuu vastupidavuse ega külmaskindlusega ei liikide ega ka sortide piires, nagu seda oma uurimustes mainivad J. S. Tšernenko (1950) ja M. V. Motorina (1958). Seda, et *Parthenocissus* ja 'Broadland' sisaldavad rohkem klorofüllil (tab. 7) kui teised katseobjektid, tuleb seletada peamiselt ebavõrdsete valgustingimustega nende kasvukohtades.

Nagu eespool märgitud, suurenes valguse vähenemisel klorofüllihulk. Võrdsetes valgustingimustes võisime sedastada teatavat sidet klorofüllihulga ja fotosünteesi produktiivsuse vahel, sest kella 8—12 vahelises päevases dünaamikas langesid fotosünteesi ja klorofüllimaksimumid mõnel määral kokku. Fotosünteesi produktiivsusest oleneb aga taime saagikus ja vastupidavus. Tekib küsimus, kas võime viinapuu lehtede suurest klorofüllisisaldusest teha veel eespool nimetatud järeldusi? Tabelist 7 nähtub, et kõrge klorofüllisisaldusega tumerohelised viinapuud ei fotosünteesi mitte alati madala klorofüllisisaldusega kahvatulehelistest energilisemalt. Assimilatsiooniarv on suurim (7,0) kõige kahvatuma leheliisel sordil 'Potapenko 10', kõige väiksem (2,1) aga tumerohelisel metsviinapuul. Assimilatsiooniarvu suure erinevuse põhjustab antud juhul peamiselt erinev valgusrežiim, millest eeskätt olenebki klorofüllihulga suurus.

Askorbiinhappesisaldus lehtedes on otseses sõltuvuses valgusest. Viimase suurenemisega askorbiinhappe hulk tõuseb. Avamaasortidel on rohkem askorbiinhapet kui kasvuhoones kasvavatel sortidel (vt. tab. 8). Vegetatsiooniaegset askorbiinhappesisaldust nagu klorofüllimagi ei saa otseselt siduda taime vastupidavusega ebasoodsatele tingimustele, küll aga näitab askorbiinhappe sügisene vähenemine dünaamika nende kohane misastet.

Meil kasvatatavad viinapuud on eranditult kõrge askorbiinhappesisaldusega, mis näitab, et ainevahetusprotsessid toimuvad viinapuul meie kliimatingimustes väga kiiresti, sest teatavasti on askorbiinhappesisaldus suurim kloro- ja kromoplastides, kus toimubki ainete süntees.

Kokkuvõte

1. Eesti NSV-s kasvatatavad viinapuu liigid ja sordid omavad kõrget fotosünteesi intensiivsust: 1) katmikalal 4,91—19,44 mg absoluutselt kuiva ainet 1 dm² lehepinna kohta 1 tunnis (maksimum 32,90); 2) avamaal 1,62—17,16 (maksimum 41,27, ajavahemikul kl. 8—12 saadud andmed).

2. Hingamiseks kulutatakse keskmiselt 4—15% fotosünteesil moodustatud orgaanilisest ainest.

3. *V. amurensis* tüüpi sordid omavad kõrget fotosünteesi intensiivsust vegetatsiooniperioodi esimesel poolel. Vegetatsiooniperioodi teisel poolel langeb fotosünteesi intensiivsus. Nende kasvu ja fotosünteesi kõver on üheküüruline. Eelõeldu annab tunnistust vegetatiivse kasvu õigeaegsest lõpetamisest ja talvele normaalsest ettevalmistumisest ning tuleb seega pidada kohanemise näitajaks antud tingimustes.

4. *V. vinifera* tüüpilistel sortidel esineb vegetatiivse juurdekasvu ja fotosünteesi kahe küüruga kõver, mis ei näita nende

protsesside vaibumist sügiseks ning mida tuleb lugeda kohanematuse nähtuseks.

5. Fotosüntees kulgeb viinapuudel veel 8° C ja kahe tuhande luksise valgustugevuse puhul. See näitab, et viinapuu on võimeline fotosünteesima meie oludes nii katmikala kui ka avamaa tingimustes.

6. Hingamise intensiivsuse vaibumist vegetatsiooniperioodi teisel poolel tuleb lugeda viinapuu kohanemise tunnuseks.

7. Klorofüllü hulk lehtedes vegetatiivse kasvu ajal ei ole otsene viinapuu külmakindluse näitaja ega kohanemise tunnus, vaid klorofüllü üldhulk on otseses seoses valgusega. Valgustugevuse vähenemisega klorofüllisisaldus suureneb. See fakt näitab viinapuu suurt kohanemisvõimet ja plastilisust väikestele valgustingimustele. Klorofüllü hulga vähenemine lehtedes sügisel on aga otseseks kohanemise tunnuseks.

8. Fotosünteesi intensiivsus ei ole otseses korrelatsioonis klorofüllü hulga.

9. Askorbiinhappe üldhulk lehtedes vegetatsiooniajal nagu klorofüllü omagi ei ole külmakindluse tunnuseks, küll aga on tema vähenemise alusel sügisel võimalik määrata viinapuu kohanemise astet.

10. Füsioloogiliste näitajate (fotosüntees, hingamine, klorofüll, askorbiinhape) analüüsi põhjal võib möönda, et need kulgevad viinapuudel meie muutliku kliima tingimustes täiesti normaalselt ja taime produktiivsuse osas isegi kõrgemate näitajatega kui lõunarajoonides. Sellega ongi seletatav selle soojalembese kultuuri laabumine meie lühikese vegetatsiooniperioodi kliimas.

11. Füsioloogiliste näitajate alusel on võimalik otsustada, kuivõrd üks või teine taim on kohanenud teatud tingimustega.

KIRJANDUS

- Gabrielsen, E. K., 1948. Effects of Different Chlorophyll Concentrations on Photosynthesis in Foliage Leaves. *Physiol. Plantarum* 1.
- Franke, W., 1955. Über die Biosynthese des Vitamins C. *Planta*, Bd. 45, H. 1.
- Hagen, M., 1953. Über die Tagesrhythmik des Vitamin C Gehaltes in Blättern. *Phyton*, Vol. 5, Fasc. 1—2.
- Lippmaa, Th., 1924. Über den Parallelismus im Auftreten der Karotine und Anthocyanine in vegetativen Pflanzenorganen. *Sitzungsber. der Naturf.-Ges. der Univ. Dorpat*, Bd. 30, lk. 58—59.
- Seybold, A., Mehner, H., 1948. Über den Gehalt von Vitamin C in Pflanzen. *Sitzungsber. d. Heidelberger Akad. d. Wissensch.*, № 10.
- Александров В. Т., Абесадзе К. Ю., Макаревская Е. А., 1929. Об ассимиляционной и транспирационной работе листьев основных кахетинских сортов. *Зап. научно-прикл. отд. Тифлисск. бот. сада*, вып. 6.
- Базанко А. А., Туржова М. П., 1953. Определение сроков обрезки с учетом ассимиляционной деятельности листьев. *Виноделие и виноградарство*, № 11.

- Баранов П. А., 1949. Приспособительная эволюция виноградной лозы. Тр. Главн. бот. сада АН СССР, т. I, кн. 5—26.
- Библина М. Б., 1956. Направленность некоторых физиолого-биохимических процессов в виноградном растении в связи с нагрузкой и площадью питания. Изв. Молд. фил. АН СССР, 1(29).
- Благовещенский А. В., 1950. Биохимические основы эволюционного процесса у растений. М.—Л.
- Васильева З. В., 1956. Фотосинтез некоторых сортов винограда в условиях Московской области. Бюлл. главн. бот. сада, вып. 24, кн. 51—57.
- Гаврилова Л. Г., 1938. Опыт физиологического анализа чеканки виноградной лозы. Бот. журн. АН СССР, № 18.
- Годнев Г. Н., 1952. Строение хлорофилла и методы его количественного определения. Минск, кн. 130—146.
- Годнев Г. Н., Шлык А. А., Ротферь Р. М., 1959. О синтезе хлорофилла в темноте у покрытосемянных растений. Физиол. раст., т. 6, вып. 1, кн. 36—41.
- Горбунова Е. С., 1956. Изменения фотосинтеза и некоторых других физиологических процессов в онтогенезе растений в связи с различными условиями среды. Тр. бот. инст. АН СССР, сер. 4, вып. 11, кн. 165—207.
- Гюббенет Е. Р., 1951. Растение и хлорофилл. М.,
- Девятнин В. А., 1948. Витамины. М., стр. 279.
- Ермаков А. И., Арасимович В. В., Смирнова М. И. и Мурри И. К., 1952. Методы биохимического исследования растений. М.—Л.
- Ермолаева Е. Я., 1957. Исследование дневных изменений фотосинтеза у картофеля и томатов с использованием радиоактивного углерода C^{14} . Всесоюзн. конф. по фотосинт., Тез. докл., кн. 71.
- Заленский О. В., 1957. О взаимоотношениях между фотосинтезом и дыханием. Бот. журн. АН СССР, т. 42, № 11, кн. 1674—1689.
- Катунский В. М., 1941. Интенсивность фотосинтеза как основной показатель углеродного питания растений. Сб. работ по физиол. растений памяти К. А. Тимирязева. М., Изд-во АН СССР.
- Клешнин А. В., 1954. Растение и свет. М.
- Кокин С. М., 1937. К физиологии виноградной лозы. Бот. журн. АН СССР, т. 22, № 1.
- Коновалов И. Н., Михалева Е. И., 1955. Опыт применения меченого углерода (C^{14}) для изучения физиологии приспособления растений к условиям среды. Бот. журн. АН СССР, т. 40, № 3, кн. 411—414.
- Коновалов И. Н., 1957. Акклиматизация растений как эколого-физиологическая проблема. Тр. Бот. инст. АН СССР. Интрод. раст. и зел. строит., вып. 5, кн. 37—47.
- Костычев С. П., 1937. Физиология растений. М.
- Михалева Е. Н., Коновалов И. Н., 1956. К вопросу о приспособительном изменении газообмена у растений грецкого ореха при акклиматизации. Тр. Бот. инст. АН СССР, сер. 4, вып. 11, кн. 47—61.
- Моторина М. В., 1958. Фотосинтез и дыхание винограда в условиях Московской области. Известия ТСХА, 1(20), кн. 123—140.
- Негруль А. М., Никифорова Л. Г., 1958. О некоторых взаимосвязях между отдельными органами виноградного растения. Известия ТСХА 1(20), кн. 74—81.
- Ничипорович А. А., 1958. Продукты фотосинтеза и физиологическая роль фотосинтетического аппарата растений. Тр. ин-та физиол. раст. им. К. А. Тимирязева, т. 8, вып. 1, кн. 3—41.
- Рубин Б. А., 1954. Физиология растений I. М., кн. 201—266.
- Стоев К. Д., Занков З. Д., Понайтов И. Д., Найденов Г. Н., 1952. К биологии пасынков виноградной лозы. Агробиология, № 6, кн. 92—100.
- Стоев К. Д., Лилов Д. Д., 1956. К физиологии летней обрезки виноградной лозы. Физиол. раст., т. 3, вып. 2, кн. 131—141.

- Тавадзе П. Г., 1952. Динамика накопления пигментов в листьях виноградных лоз по фазам годового развития. ДАН СССР, т. 85, № 6, lk. 1395—1398.
- Тавадзе П. Г., 1957. Влияние света различной интенсивности на содержание пигментов в листьях виноградной лозы. ДАН СССР, т. 115, lk. 623—625.
- Черненко Е. С., 1950. Содержание хлорофилла в листьях яблони и капусты сортов различной скороспелости. ДАН СССР, т. 23, № 2.
- Шлык А. А., 1954. Метод меченых атомов в изучении биосинтеза хлорофилла. Минск, lk. 7—13.
- Щепотьев С. Л., Борисенко Г. Г., 1950. Изучение фотосинтеза семян древесных пород. Тр. по агролесомелиорации, № 1, lk. 29—40.

О НЕКОТОРЫХ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЯХ ВИНОГРАДА, ВЫРАЩИВАЕМОГО В ЭСТОНСКОЙ ССР

Х. Мийдла

Резюме

В настоящей статье рассматриваются некоторые физиологические показатели (интенсивность фотосинтеза, дыхания, содержание хлорофилла, аскорбиновой кислоты) у выращиваемого в Эстонской ССР винограда. Основные результаты проведенного исследования следующие:

1. Виды и сорта выращиваемого в Эстонской ССР винограда отличаются сравнительно высокой интенсивностью фотосинтеза: в закрытом грунте на дм^2 листовой поверхности в час образуется 4,91—19,44 (максимум 32,90) мг, а в открытом грунте 1,62—17,16 (максимум 41,27) мг абсолютно сухого вещества. Определения фотосинтеза проводились в промежуток времени от 8 до 12 часов.

2. На дыхание у виноградных расходуется в среднем 4—15% от образовавшегося при фотосинтезе органического вещества.

3. У сортов типа *V. amurensis* максимум фотосинтеза приходится на первую половину вегетационного периода; во второй половине периода вегетации интенсивность фотосинтеза снижается. Кривая прироста побегов и сезонного хода фотосинтеза имеет одновершинный характер, что свидетельствует о своевременном прекращении побеговыми вегетативного роста и нормальной подготовке их к зиме.

4. У сортов типа *V. vinifera* в отношении прироста побегов и сезонного хода фотосинтеза наблюдается двухвершинная кривая, что отражает неприспособленность данных растений к условиям выращивания в нашей республике.

5. Фотосинтез у виноградных растений протекает еще при 8°C и при силе освещения 2 тыс. люксов. Высокая приспособительная способность фотосинтетического аппарата к снижению температуры и интенсивности света указывает на воз-

можность культуры винограда как в условиях закрытого, так и открытого грунта.

6. Снижение интенсивности дыхания во второй половине вегетационного периода у листьев растений более приспособленных к нашим условиям сортов и видов винограда выражено отчетливее, чем у менее приспособленных.

7. Содержание хлорофилла в листьях во время вегетации растений не отражает степени их приспособленности и морозоустойчивости; накопление хлорофилла в листьях находится в прямой зависимости от интенсивности света. С уменьшением освещенности повышается содержание хлорофилла в листьях. Уменьшение содержания хлорофилла в листьях осенью свойственно растениям более приспособленных сортов и видов винограда.

8. Содержание аскорбиновой кислоты в листьях не коррелирует со степенью морозоустойчивости растений, однако по интенсивности снижения ее содержания осенью можно судить о степени приспособленности виноградных растений.

9. На основании изучения физиологических показателей (интенсивности фотосинтеза, дыхания, содержания хлорофилла, аскорбиновой кислоты) представляется возможным судить о степени приспособленности винограда к конкретным условиям выращивания.

ÜBER EINIGE PHYSIOLOGISCHE KENNZEICHEN BEI DEN IN DER ESTNISCHEN SSR ANGEBAUTEN WEINREBEN

H. Mäidla

Zusammenfassung

Im vorliegenden Artikel werden einige physiologische Kennzeichen (Photosynthese, Atmung, Chlorophyll und Ascorbinsäure) der in Estland angebauten Weinreben betrachtet.

1. Bei den in Estland angebauten Arten und Sorten der Weinrebe ist die Photosynthese ziemlich intensiv:

a) in Gewächshäusern 4,91—19,44 mg absoluter Trockensubstanz auf 1 dm² Blattfläche je Stunde (Maximum 32,90); b) im Freiland entsprechend 1,62—17,16 (Maximum 41,27). Die Angaben gelten für die Zeit von 8—12 Uhr.

2. Die Atmungsverluste betragen durchschnittlich 4—15% der während der Photosynthese aufgebauten organischen Stoffe.

3. Bei den Sorten vom Typ *V. amurensis* ist die Photosynthese in der ersten Hälfte der Vegetationsperiode sehr intensiv, um in der zweiten Hälfte abzusinken. Sowohl die Wachstums- als auch die Photosyntesenkurve ist eingipflig, was auf rechtzeitige Beendigung des vegetativen Wachstums hinweist und zeigt,

daß die Pflanze normal auf den Winter vorbereitet ist. Beides ist als Kennzeichen der Anpassung der Pflanze an die gegebenen Verhältnisse anzusehen.

4. Die Sorten vom Typ *V. vinifera* weisen dagegen eine zweigipflige Kurve der Photosynthese wie auch des vegetativen Zuwachses auf. Die entsprechenden Prozesse sind also bis zum Herbst noch nicht zum Stillstand gekommen, was als Erscheinung einer ungenügenden Anpassung zu betrachten ist.

5. Die Photosynthese vollzieht sich beim Weinstock noch bei 8° C und einer Beleuchtungsstärke von 2000 lx, ist also in unseren Verhältnissen sowohl im Gewächshaus als auch im Freiland zu beobachten.

6. Die Abnahme der Atmungsintensität in der zweiten Hälfte der Vegetationsperiode ist bei der Weinrebe als Anpassungszeichen anzusehen.

7. Die Chlorophyllmenge in den Blättern während der Zeit des vegetativen Wachstums ist bei der Weinrebe weder ein direktes Zeichen für die Frostresistenz noch für die Anpassung, sondern steht in direkter Abhängigkeit von der Beleuchtung. Eine Abnahme der Beleuchtungsstärke bewirkt ein Ansteigen des Chlorophyllgehaltes der Blätter. Dagegen ist aber das Sinken der Chlorophyllmenge in den Blättern im Herbst ein direktes Anpassungszeichen.

8. Die Gesamtmenge der Ascorbinsäure in den Blättern während der Vegetationszeit ist ebensowenig wie die Chlorophyllmenge ein Kennzeichen der Frostresistenz, doch läßt sich auf Grund ihres Abnehmens im Herbst die Akklimatisationsstufe der Weinrebe bestimmen.

9. Solche physiologische Kennzeichen wie Photosynthese, Atmung, Chlorophyll und Ascorbinsäure ermöglichen es zu beurteilen, wie weit die eine oder die andere Pflanze sich gewissen Bedingungen akklimatisiert hat.

KARTULIMUGULATE MORFOLOOGILISTEST JA ANATOOMILISTEST MUUTUSTEST KASVUKOHA VAHELDUSE MÕJUL

L. Viileberg

Meie komplekssed uurimused (K. Viileberg, 1958; L. Viileberg, 1960a, 1960b) on näidanud, et Eesti NSV tingimustes on võimalik kartuli eluprotsesse intensiivistada ja seemnemugulate reproduktsoonivõimet tõsta vahelduva kasvatamisega mineraal- ja turvasmullal.

Et taimorganism on terviklik, omavahel seostatud süsteem, siis võib püstitada hüpoteesi, et kartulitaimede eluprotsessis toimuvad muutused, vähemalt osaliselt, on määratavad ka mugulatel. Kasutades mugulaid paljundamisorganeina, peaksid nendes toimunud muutused ühel või teisel määral avalduma ka taimede eluprotsessis ja reproduktsoonivõimes. Toodud kaalutlustel uuritigi käesoleva töö autori poolt mõningaid morfoloogilisi ja anatoomilisi muutusi, mis toimusid kartulimugulail kasvukoha vahelduse tagajärjel, kusjuures viimaseid seostatakse reproduktsoonivõimega.

Kartulimugulate morfoloogiliste ja anatoomiliste muutuste olenevust kasvukoha vaheldusest uuriti aastail 1956—1958. Uurimisobjektiks olid sortide 'Virulane' ja 'Jõgeva kollane' mugulad, mille eellasi oli kasvatatud mitmesugustes vahelduskombinatsioonides Eesti Põllumajanduse Akadeemia Raadi õppe- ja katsemajandi kergel liivsavimullal (mineraalmuld) ning Eesti Maa-viljeluse ja Maaparanduse Teadusliku Uurimise Instituudi Tooma katsebaasi madalloomullal (turvasmuld).

Katsete teostamise tingimused on toodud autori eespool nimetatud töödes.

Mineraalmullalt pärinesid järgmised katsevariandid: M — alaliselt mineraalmullal kasvatatud mugulad, TM — turvasmullalt pärinevate mugulate esimene reproduktsoon mineraalmullal, MTM — mineraalmullalt üheks aastaks turvasmullale viidud mugulate esimene reproduktsoon mineraalmullal, MTMM — mineraalmullalt üheks aastaks turvasmullale viidud mugulate teine reproduktsoon mineraalmullal, MTTM — mineraalmullalt

kolmeks aastaks turvasmullale viidud mugulate esimene reproduktsioon mineraalmullal.

Turvasmullalt pärines samuti viis katsevarianti: T — alatiselt turvasmullal kasvatatud mugulad ning mineraalmullalt pärinevate mugulate esimene (MT), teine (MTT), kolmas (MTTT) ja neljas (MTTTT) reproduktsioon turvasmullal.

Eespool nimetatud katsevariantide sügisel koristatud mugulate keskmistest proovidest (à 10 mugulat) määrati: lõvede arv pinnaühikul, silmade (iduaukude) arv ja asetus mugulal, peridermi paksus ja suurimate tärklisterade pikkus (okulaarmikromeetriga). Mugula keskmine raskus määrati 10 kg suurusest keskmisest proovist. Selleks et võrrelda tärklisterade mõõtmeid tärklikesisaldusega, tuuakse andmeid ka viimase kohta, mis leiti erikaalu kaudu Reimanni kaaluga.

Uurimistulemused ja arutelu

Kolme aasta (1956—1958) jooksul saadud uurimistulemused on toodud tabelites 1 ja 2.

Alljärgnevas võrreldakse kõigepealt alatiselt mineraal- ja turvasmullal kasvatatud mugulate morfoloogilisi ja anatoomilisi näitajaid omavahel ning seejärel vaadeldakse, kuidas muutuvad nimetatud näitajad kasvukoha vahelduse tagajärjel.

Uurimistulemused näitavad, et alatiselt mineraalmullal kasvatatud sordi 'Virulane' mugulatel oli lõvede arv pinnaühikul (1 m^2) 0,3—1,4 võrra suurem kui alatiselt turvasmullal kasvatatud mugulatel. Mineraalmullalt turvasmullale viidud sordi 'Virulane' esimese reproduktsiooni (MT) mugulatel vähenes lõvede arv 1 m^2 -l 0,1—2,2 võrra, sordi 'Jõgeva kollane' puhul (välja arvatud 1957. a.) 0,2—0,4 võrra, võrreldes alatiselt mineraalmullal kasvatatud mugulatega; alatiselt turvasmullal kasvatatud mugulatega võrreldes osutus aga sordil 'Virulane' 0,2—0,3 lõve võrra kõrgemaks. Turvasmullalt mineraalmullale viidud sordi 'Virulane' esimese reproduktsiooni (TM) mugulateil oli lõvede arv pinnaühikul 0,3—1,2 võrra suurem kui alatiselt turvasmullal kasvatatud mugulatel ja kuni 1,2 lõve võrra väiksem kui alatiselt mineraalmullal kasvatatud mugulatel. Esitatud andmetest näeme, et juba üheaastane turvasmullal kasvatamine (MTM) avaldas mõju lõvede arvule pinnaühikul: mõlemate sortide puhul vähenes lõvede arv 1 m^2 -l 0,1 kuni 2,4 võrra, võrreldes alatiselt mineraalmullal kasvatatud mugulatega. Erandiks olid 1957. a. sordi 'Jõgeva kollane' MTM variandi mugulad, millel oli 1 m^2 kohta 0,2 lõve rohkem kui M variandi mugulatel. Mineraalmullalt turvasmullale viidud teise (MTT), kolmanda (MTTT) ja neljanda (MTTTT) reproduktsiooni mugulatel lõvede arv vähenes, võrreldes esimese reproduktsiooni mugulatega (MT).

N. I. K a r g a p o l o v a (1937) järgi on võimalik pinna-

Tabel 1

Kasvukoha vahelduse mõju kartulimugulate morfoloogilisele ja anatoomilisele ehitusele (sort 'Virulane')

| Näitaja | 1956. a. | | | | 1957. a. | | | | 1958. a. | | | | | | |
|---|----------|-------|-------|-------|----------|-------|-------|-------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | T | MT | M | TM | T | MT | M | TM | T | MT | M | TM | MTTTT | MTM | MTMM |
| Lõvede arv 1 sm ² kohta | 2,6 | 2,9 | 3,0 | 3,0 | 2,9 | 2,8 | 3,2 | 3,2 | 2,3 | 2,5 | 4,7 | 3,5 | 2,4 | 2,3 | 4,7 |
| Silmade arv mugulal: | | | | | | | | | | | | | | | |
| kokku | 8,0 | 10,0 | 10,0 | 9,0 | 9,3 | 12,9 | 9,5 | 9,3 | 10,1 | 10,3 | 10,8 | 9,9 | 10,4 | 10,8 | 10,6 |
| peapoolses otsas | 5,0 | 6,0 | 7,0 | 6,0 | 6,8 | 8,3 | 7,2 | 6,6 | 6,5 | 6,4 | 8,3 | 7,4 | 6,5 | 8,3 | 8,0 |
| stoloonipoolses otsas | 3,0 | 4,0 | 3,0 | 3,0 | 2,5 | 4,6 | 2,3 | 2,7 | 3,6 | 3,9 | 2,5 | 2,5 | 3,9 | 2,5 | 2,6 |
| Stolooni- ja peapoolses otsas | | | | | | | | | | | | | | | |
| olevate silmade suhe | 1:1,7 | 1:1,5 | 1:2,3 | 1:2,0 | 1:2,7 | 1:1,8 | 1:3,1 | 1:2,4 | 1:1,8 | 1:1,6 | 1:3,3 | 1:3,0 | 1:1,7 | 1:3,3 | 1:3,1 |
| Peridermi paksus μ | 275,0 | 266,0 | 258,0 | 252,0 | 301,0 | 339,0 | 291,0 | 303,0 | 325,0 | 276,0 | 266,0 | 299,0 | 351,0 | 247,0 | 351,0 |
| Suurimate tärklisterade pik- kus μ | 67,0 | 66,8 | 73,3 | 66,7 | 66,0 | 69,0 | 73,0 | 69,0 | 71,5 | 74,1 | 75,4 | 74,7 | 63,7 | 65,0 | 59,8 |
| Mugulate tärkliisisaldus %-des | 11,1 | 12,4 | 13,2 | 12,6 | 11,5 | 10,8 | 14,1 | 12,6 | 13,0 | 13,1 | 13,2 | 12,8 | 12,6 | 13,1 | 13,3 |
| Mugula keskmine raskus g-des | 54,0 | 61,1 | 64,5 | 60,2 | 61,3 | 56,2 | 45,7 | 66,7 | 36,4 | 49,5 | 55,8 | 58,2 | 34,0 | 65,7 | 66,5 |

Tabel 2

Kasvukoha vahelduse mõju kartulimugulate morfoloogilisele ja anatoomilisele ehitusele (sort 'Jõgeva kollane')

| Näitaja | 1956. a. | | | | 1957. a. | | | | 1958. a. | | | | |
|---|----------|-------|-------|-------|----------|-------|-------|-------|----------|-------|-------|-------|-------|
| | MTT | MT | M | MTTMT | MTTT | MT | M | MTM | MTTT | MT | M | MTM | MTMM |
| Lõvede arv 1 sm ² kohta | 2,5 | 2,8 | 3,0 | 2,6 | 3,1 | 3,4 | 2,9 | 3,1 | 2,8 | 2,7 | 3,1 | 3,0 | 3,0 |
| Silmade arv mugulal: | | | | | | | | | | | | | |
| kokku | 8,0 | 9,0 | 10,0 | 10,0 | 9,4 | 9,9 | 9,9 | 8,0 | 10,0 | 9,9 | 11,8 | 10,3 | 11,5 |
| peapoolses otsas | 5,0 | 6,0 | 7,0 | 6,0 | 7,3 | 7,8 | 8,0 | 6,2 | 6,8 | 6,1 | 9,2 | 8,2 | 8,3 |
| stoloonipoolses otsas | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 4,0 | 2,1 | 2,1 | 1,9 | 1,8 | 3,2 | 3,8 | 2,6 | 2,1 | 3,2 |
| Stolooni- ja peapoolses otsas | | | | | | | | | | | | | |
| olevate silmade suhe | 1:1,7 | 1:2,0 | 1:2,3 | 1:1,5 | 1:3,5 | 1:3,7 | 1:4,2 | 1:3,4 | 1:2,1 | 1:1,6 | 1:3,5 | 1:3,9 | 1:2,6 |
| Peridermi paksus μ | 271,0 | 266,0 | 263,0 | 256,0 | 257,0 | 241,0 | 216,0 | 255,0 | 299,0 | 312,0 | 276,0 | 260,0 | 299,0 |
| Suurimate tärklisterade pik- kus μ | 70,7 | 69,3 | 76,7 | 70,3 | 66,0 | 66,0 | 66,0 | 67,0 | 70,3 | 71,5 | 75,4 | 76,7 | 72,8 |
| Mugulate tärkliisisaldus %-des | 9,74 | 9,57 | 12,79 | 12,78 | 10,51 | 9,99 | 12,08 | 12,18 | 11,55 | 10,72 | 12,93 | 12,77 | 13,16 |
| Mugulate keskmine raskus g-des | 61,9 | 63,2 | 71,4 | 84,0 | 39,3 | 51,5 | 55,5 | 48,1 | 38,5 | 42,5 | 49,0 | 57,6 | 66,1 |

ühikul esinevate lõvede arvu põhjal eristada üksikuid sorte ja liike.

Käesoleval juhul oli keskvalmival sordil 'Virulane' 1 sm² kohta 0,3—1,6 lõve rohkem kui hilisel sordil 'Jõgeva kollane'.

N. S. Batsanovi (1952) andmetel esineb turvasmullal madalama temperatuuri ja suurema niiskuse tingimustes kujunenud mugulatel ligi kaks korda vähem lõvesid kui leetunud saviliivmullal kasvanud mugulatel.

Võib arvata, et ka käesolevates katsetes põhjustas turvasmullal kasvanud mugulatel väiksemat lõvede arvu pinnaühikul suhteliselt madal mullatemperatuur ja suurem niiskus. Nimelt oli aastail 1956—1958 mugulate moodustumise ja kasvamise perioodil (juulist septembrini) turvasmullal keskmine temperatuur 10 sm sügavusel 0,8—2,0° võrra madalam ja sademeid langes 47,7—104,3 mm ehk 38—50% võrra rohkem kui mineraalmullal. Samuti on tõenäoline, et pinnaühikul soodustab lõvede arvu vähenemist poorse turvasmulla õhurikkus.

Mõnede uurijate (B. L u t m a n, 1926) järgi on lõved infektsiooni mugulasse tungimise kohaks. Järelikult, mida rohkem on lõvesid pinnaühikul, seda vastuvõtlikum on mugul haigustele. Teised autorid (N. I. K a r g a p o l o v a, 1937; S. I. J e f r e m o v, 1958) aga eitavad eespool toodut.

Käesolevates katsetes esines positiivne korrelatsioon lõvede arvu ja haigete mugulate protsendi vahel. Kuid on vähe usutav, et turvasmullal kasvanud mugulate haiguskindluse suurenemise põhjustajaks võib pidada ainult väiksemat lõvede arvu. Kindlasti esineb veel teisi põhjusi, näiteks madalam mullatemperatuur ja suurem mulla õhusisaldus mugulate formeerumise ajal. Nimetatud autorid võrdlesid samas kasvukohas kasvanud mugulate lõvede arvu haiguste esinemise sagedusega.

O. S m i t h i (1929), A. I. T s e l j a d i n o v a (1947a ja b), N. S. B a t s a n o v i (1952, 1956) ja N. A. S a t a r o v a (1955) järgi on üheks mugulate puhkeperioodi kestuse määrajaks neis esinev anaeroobsuse aste, mis oleneb lõvede arvust pinnaühikul. N. T h o r n t o n i (1939) ja S. M. P r o k o š e v i (1947) andmetel avaldab hapnik mugulate idanemisele pidurdavat toimet. I. R. M a g n e s s i (1920) andmetel oleneb mugulate sisemise atmosfääri koosseis peale koore läbilaskevõime veel mugulates toimuvate hapendusprotsesside iseloomust ja aktiivsusest. F. K i d d i (1919), T. S. T e r - S a a k j a n i (1941) ja R. L. S a w y e r i ja O. S m i t h i (1955) andmetel oleneb mugulate idanemine hapniku kontsentratsioonist. Madala hapniku kontsentratsiooniga mugulad saavutavad kevadeks hea idanemisvõime. E. A. M o k e j e v a (1956) andmetel kaasneb vegetatsiooniperioodil mugulate kasvamiseega lõvede korgistumine, mille tõttu väheneb gaaside läbilaskvus. Säilitamisperioodil omavad aga vanemad mugulad suuremat gaaside läbilaskevõimet kui nooremad (T. D. L ö s s e n k o, 1943; N. F. S o k o l o v a, 1945).

Saadud andmete põhjal esineb negatiivne korrelatsioon lõvede

arvu ja puhkeperioodi kestuse vahel. Nii väljusid mineraalmullal kasvatatud mugulad (suurema lõvede arvuga), mis asetati novembris-detsembris kasvuks soodsatesse tingimustesse, puhkeperioodist 21—28 päeva varem kui alatiselt turvasmullal kasvatatud mugulad. Z. P. Bulgakova (1941) andmetel kestab kartulimugulate puhkeperiood (koristamisest kuni idanemise võimalikkuseni) 45—50 päeva.

Mugulate puhkeperioodi kestus ei sõltu kahtlemata ainult lõvede arvust mugulal, vaid kogu mugula füsioloogilisest seisundist. Kindlasti on pikema puhkeperioodi põhjustajaks turvasmullal kasvanud mugulate füsioloogiline noorus. Kujunedes madalama temperatuuri ja suurema niiskuse tingimustes, omavad nad vähemvalminud idupungi.

C. M. Hašese (1959) järgi sõltub puhkeperioodi kestus peamiselt mugulate moodustumise ajal esinenud niiskusest. Kui mugulate moodustumise ajal esines minimaalne niiskus, siis lühenes puhkeperiood märgatavalt. Nimetatud autori arvates oleneb puhkeperiood ka mugula vanusest: mida vanem on mugul, seda lühem on puhkeperiood, ja vastupidi. N. A. Satarova (1950) ja J. A. Jablonski (1958) arvates oleneb mugulate puhkeperiood peamiselt protoplasma kolloidkeemilistest omadustest. Puhkeseisundi ajal esineb pungades ja nende lähemas ümbruses suhteliselt palju lipoide (P. A. Henkel, 1948; J. Z. Oknina, 1948).

Käesoleva töö raames 1957. ja 1958. a. märtsis osmiumhappega teostatud lipiidide määramine silmade piirkonna rakkudes näitas, et turvasmullal kasvatatud mugulatel esines nimetatud kohas märgatavalt rohkem lipoide kui mineraalmullal kasvanud mugulatel.

Alatiselt mineraalmullal (M) kasvatatud sordi 'Virulane' mugulate silmade arv oli 0,2—2 võrra (mugula kohta) suurem, võrreldes alatiselt turvasmullal (T) kasvatatud mugulate sama näitajaga. Mineraalmullalt turvasmullale viidud sordi 'Virulane' esimese reproduktsiooni (MT) mugulatel oli silmade arv 0,2—3,6 võrra suurem kui alatiselt turvasmullal kasvatatud mugulatel; alatiselt mineraalmullal kasvatatud mugulatega võrreldes oli 1956. a. silmade arv võrdne, 1957. a. 3,4 võrra suurem ja 1958. a. 0,5 võrra väiksem. Sordi 'Jõgeva kollane' puhul oli variandi MT mugulatel silmade arv kuni 1,9 võrra väiksem kui variandi M mugulatel. Üheaastase turvasmullal kasvatamise (MTM) tagajärjel vähenes sordil 'Jõgeva kollane' silmade arv mugulal 1,5—1,9 võrra, võrreldes variandi M mugulate silmade arvuga; sordi 'Virulane' puhul muutust ei esinenud.

Enamasti oli turvasmullal kasvatatud variantide mugulatel silmade arv väiksem kui mineraalmullal kasvatatud mugulatel. Mugula silmade arv ja asetus on sordi tunnused.

Kolme aasta katseandmed näitavad, et alatiselt mineraalmullal kasvatatud sordil 'Jõgeva kollane' oli silmade arv mugulal

0,4—1,0 võrra suurem ja need paiknesid rohkem peapoolses otsas (pea- ja stolonipoolsete silmade suhe on 0,2—1,1 võrra suurem), võrreldes alatiselt mineraalmullal kasvatatud sordiga 'Virulane'.

Silmade asetuse paremaks võrdlemiseks arvutati pea- ja stolonipoolsete silmade suhe, milles stolonipoolsete silmade arv on võrdne ühega.

Alatiselt mineraalmullal kasvatatud sordi 'Virulane' mugulatel oli pea- ja stolonipoolsete silmade suhe kolme aasta andmete põhjal 0,4—1,5 võrra suurem kui alatiselt turvasmullal kasvatatud sama sordi mugulatel. Mineraalmullalt turvasmullale (MT) viidud sordil 'Virulane' oli nimetatud suhe 0,2—0,9 võrra väiksem kui alatiselt turvasmullal kasvatatud sama sordi mugulatel ja 0,8—1,7 võrra väiksem kui alatiselt mineraalmullal kasvatatud mugulatel. Sordi 'Jõgeva kollane' puhul oli MT variandi mugulatel pea- ja stolonipoolsete silmade suhe 0,3—1,9 võrra väiksem kui alatiselt mineraalmullal kasvatatud sama sordi mugulatel. Üks aasta turvasmullal kasvatatud mugulate reproduktsioonil mineraalmullal (MTM) silmade paigutuses seaduspäraseid muutusi ei esinenud. Mineraalmullalt turvasmullale viidud sordi 'Jõgeva kollane' teise (MTT) ja kolmanda (MTTT) reproduktsiooni mugulatel kujunes pea- ja stolonipoolsete iduaukude suhe väiksemaks kui esimese (MT) reproduktsiooni mugulatel.

Esitatud andmed näitavad, et turvasmullal kasvatamise tagajärjel muutus silmade asetuse mugulal ühtlasemaks, suhteliselt rohkem silmi tekkis stolonipoolses otsas. Järelikult silmade asetuse mugulal ei ole ainult sordi omadus, vaid oleneb ka kasvutingimustest. Saadud tulemused ühtivad N. S. Batsanovi (1952) poolt saadud katseandmetega.

T. D. Lõssenko (1949) taimede stadiaalse arengu teofoia kohaselt on mugula tipus asetsevad silmad ealt nooremad, kuid stadiaalselt vanemad, võrreldes mugula alumises osas asetsevate silmadega.

Lähtudes eespool nimetatud teooriast võib väita, et turvasmullalt pärinevad mugulad omavad suurema arvu ealt vanemaid, kuid stadiaalselt nooremaid silmi, võrreldes mineraalmullalt pärinevate mugulatega. Võib arvata, et suurel määral just seepärast ongi turvasmullalt pärinevad mugulad suhteliselt vastupidavad ebasoodsatele tingimustele ning seemnematerjalina suure produktiivsusega. Turvasmullalt pärinevatest mugulatest kasvanud taimed on samuti pikema vegetatsiooniperioodiga ning lämmastikurikkamad, võrreldes mineraalmullalt pärinevatest mugulatest kasvanud taimedega.

Selleks et kontrollida mineraal- ja turvasmullalt pärinevate mugulate silmades olevate pungade tärkamise võimet ja kiirust, korraldati 1957. a. orienteeriv katse Tartu Riikliku Ülikooli taimefüsioloogiakateedri vegetatsioonihooones. Nimelt asetati 5. juunil sordi 'Virulane' variantide M, TM, T ja MT viie mugula silmad mineraalmullaga täidetud lavasse. Silmad eraldati mugulatest

korgipuuri abil, kaaluti (1 g), desinfitseeriti nõrga KMnO_4 -lahusega ning iga mugula silmad asetati alates tipmisest eraldi ritta. Et lavades oli mineraalmuld, siis nimetatakse antud katse variante analoogiliselt põldkatsete variantidega vastavalt M, TMM, TM ja MTM. Iga variant esines kolmes korduses.

Tärgamist registreeriti iga päev, alates esimese tõusme ilmumisest. Pealsete mõõtmist teostati kaks korda: tärgamisfaasis (26. juunil) ja õitsemisfaasi teisel poolel. Koristamisel, mis toimus 15. septembril, tehti kindlaks mugulasaak ja üle 40 grammi mugulate protsent. Koristatud mugulates määrati üldlämmastikuisaldus.

Saadud tulemused on paigutatud tabelisse 3.

Toodud andmetest nähtub, et mineraalmullal kasvatatud mugulatel algas tärgamine varem kui turvasmullal kasvatatud mugulatel. Nii oli variandi M ja TMM silmadest 14. juuniks tärganud vastavalt 8 ja 12 taime, mis pärinesid enamasti tipmistest silmadest. Samal ajal oli variandi T ja MTM silmadest tärganud vastavalt 4 ja 1 taim. 17. juunil näeme aga vastupidist pilti. Kolme päeva jooksul oli mineraalmullal kasvatatud mugulate silmadest tärganud 10 (M) ja 16 (TMM) taime, turvasmullalt pärinevate variantide TM ja MTM mugulatel aga vastavalt

Tabel 3

Istutatud silmadest arenenud taimede kasv ja produktiivsus olenevalt seemnekartuli 'Virulane' kasvukohast

| Näitaja | M | TMM | TM | MTM |
|---|---------|----------|---------|-------|
| Istutatud (25. VI) silmade arv | 34 | 35 | 32 | 34 |
| Tärganud (eelmisest loendamisest): | | | | |
| 14. VI, tk. | 8 | 12 | 4 | 1 |
| % | 23,5 | 34,3 | 12,5 | 2,9 |
| 17. VI, tk. | 10 | 16 | 25 | 27 |
| % | 29,4 | 45,7 | 78,1 | 79,4 |
| 20. VI, tk. | 5 | 3 | 1 | 4 |
| % | 14,7 | 8,6 | 3,1 | 11,8 |
| 23. VI, tk. | 4 | 2 | 1 | 2 |
| % | 11,8 | 5,7 | 3,1 | 5,9 |
| 26. VI, tk. | 3 | 2 | — | — |
| % | 8,8 | 5,7 | — | — |
| 28. VI, tk. | 3 | — | — | — |
| % | 8,8 | — | — | — |
| kokku tk. | 33 | 35 | 31 | 34 |
| % | 97,0 | 100 | 96,8 | 100 |
| Varte pikkus tärgamisfaasis (26. VI) sm | 23,4 | 25,6 | 23,6 | 18,9 |
| Varte pikkus õitsemisfaasis (II p.) sm | 133,0 | 145,8 | 148,7 | 126,6 |
| Mugulasaak kokku g | 690±3,2 | 900±10,6 | 845±2,9 | 665±7 |
| Mugulasaak silma kohta g | 21 | 26 | 26 | 19 |
| Üle 40 g-ste mugulate % | 63,4 | 65,4 | 76,1 | 70,6 |
| Mugulate üldlämmastikuisaldus %-des | 1,71 | 2,19 | 2,16 | 2,03 |

25 ja 27 taime, seega enamik. Mineraalmullalt pärinevate mugulate silmade puhul kestis tärkamine kuni 28. juunini, turvasmulla variantide tärkamine lõppes aga 23. juunil. Samuti võib konstateerida, et variandi TMM silmadest tärkasid taimed varem kui variandi M silmadest. Nimetatud asjaolu tuleb pidada kasvukoha vahelduse efektiiks. Saadud andmed lubavad väita, et turvasmullalt pärinevatel mugulatel algab tärkamine hiljem, kuid toimub ühtlasemalt kui mineraalmullalt pärinevatel mugulatel.

Varte pikkus, mugulasaak ja mugulate üldläämmastikuisaldus osutusid kõrgeimaiks TMM ja TM variandil. Üldläämmastikuisaldus oli kõikide variantide mugulates 0,17—0,34% võrra kõrgem kui sama aasta põldkatsetes mineraalmullal. Üle 40 grammiste mugulate protsendi poolest olid esikohal TM ja MTM variant, mis näitab, et turvasmullal kasvatatud seemnematerjali esimesel reproduktsioonil mineraalmullal tõuseb suurte mugulate osatähtsus.

Jätkates põldkatsetest saadud tulemuste arutelu selgub, et alaliselt mineraalmullal kasvatatud sordi 'Virulane' mugulatel oli periderm 10—59 μ võrra õhem kui turvasmullal kasvatatud sama sordi mugulatel. Mineraalmullalt turvasmullale viidud sordi 'Virulane' esimese reproduktsiooni (MT) mugulatel suurenes peridermi paksus 8,0—48,0 μ võrra, sordi 'Jõgeva kollane' puhul 3,0—36,0 μ võrra, võrreldes alaliselt mineraalmullal kasvatatud mugulate (M) peridermi paksusega. Alaliselt turvasmullal (T) kasvatatud sordi 'Virulane' mugulatega võrreldes jäi aga MT variandi mugulatel periderm 9,0—49,0 μ võrra õhemaks (1957. a. 38 μ võrra paksem). Turvasmullalt mineraalmullale viidud sordi 'Virulane' esimese reproduktsiooni (TM) mugulatel oli periderm 23,0—26,0 μ võrra õhem (1957. a. 2,0 μ võrra paksem) kui alaliselt turvasmullal kasvatatud mugulatel ja 12,0—33,0 μ võrra paksem kui alaliselt mineraalmullal kasvatatud mugulatel (1956. a. 6,0 μ võrra õhem). Üks aasta turvasmullal kasvatatud seemnematerjali esimese reproduktsiooni (MTM) mugulate periderm oli mõlema sordi puhul 16,0—19,0 μ õhem kui alaliselt mineraalmullal kasvatatud mugulatel (1957. a. sordi 'Jõgeva kollane' puhul 39 μ võrra paksem). Mõlemate sortide sama variandi teise reproduktsiooni (MTMM) puhul oli aga periderm 23,0—85,0 μ võrra paksem kui alaliselt mineraalmullal kasvatatud mugulatel. Mineraalmullalt turvasmullale viidud mõlema sordi teise (MTT), kolmanda (MTTT) ja neljanda (MTTTT) reproduktsiooni mugulatel suurenes peridermi paksus, võrreldes esimese reproduktsiooni (MT) mugulate peridermi paksusega (erandiks oli 1958. a. sordi 'Jõgeva kollane' MTTT variant).

Alaliselt mineraalmullal kasvatatud hilise sordi 'Jõgeva kollane' mugulatel oli periderm 5,0—10,0 μ võrra paksem (1957. a. 75,0 μ võrra õhem) kui alaliselt mineraalmullal kasvatatud keskvalmival sordil 'Virulane'. Ka kirjanduses leiame andmeid, et pika

vegetatsiooniperioodiga sortidel on periderm paksem kui lühikese vegetatsiooniperioodiga sortidel (N. A. Danovitš ja F. R. Krõnkina, 1929). S. M. Bukassovi (1925), I. J. Gluštšenko (1944) ja S. I. Jefremovi (1958) järgi on mugulate peridermi paksus suuremal määral kasvatamise tingimustest kui sordist. Mitmesuguste välistingimuste mõju erinevate sortide peridermi paksusele ei ole ühesugune.

Käesolevas uurimises kasutatud sortide 'Virulane' ja 'Jõgeva kollane' mugulate periderm paksenes ning lõvede hulk vähenes õhurikkas ja jahedas turvasmullas kasvatamisel. Turvasmuld oma hea poorsuse tõttu sisaldab rohkem õhku kui mineraalmuld, mistõttu periderm võib olla suhteliselt paks ja lõvesid vähem.

L. Kny (1889) andmetel soodustab hapnik paksema peridermi tekkimist.

J. M. Uspenski (1937) ja L. K. Trofimovskaja (1939) andmetel sõltub mugulate peridermi paksus suurel määral väetamisest. S. M. Bukassovi (1925) andmetel vähendab KCl peridermi paksust.

Arvatavasti oli käesoleval juhul mineraalmullal õhema peridermi tekkimise üheks põhjuseks mineraalmulla suhteliselt kõrge K-sisaldus (20 sm sügavuses kihis ca 22 korda rohkem kui turvasmullas).

Kirjanduses leidub mitmesuguseid seisukohti mugulate peridermi paksuse ja haiguskindluse korrelatsiooni kohta. L. K. Trofimovskaja (1939) järgi esineb positiivne korrelatsioon peridermi paksuse ja haiguskindluse vahel. Ka meie andmed kinnitavad L. K. Trofimovskaja seisukohta, kuid ei ühti S. M. Bukassovi (1925) seisukohaga, kes eitab peridermi paksuse ja haiguskindluse vahelise seose olemasolu. Nii esines 1957. a. sordil 'Virulane' mineraalmullalt saadud mugulasaagis (õhema peridermiga) 55,0% haigustest tabandunud mugulaid, turvasmullalt saadud mugulasaagis (paksema peridermiga) 44,1%, 1958. a. vastavalt 57,3% ja 22,2%.

Teostatud uurimiste kohaselt esines konkreetsel juhul positiivne korrelatsioon mugulate peridermi paksuse ja puhkeperioodi kestuse vahel. Nimetatud seose esinemisest kõnelevad ka C. O. Applemani (1914), I. Rosa (1923), I. J. Gluštšenko (1944) ja T. D. Lõssenko (1945) andmed. J. A. Jablonski (1958) ja C. M. Hašes (1959) aga eitavad sellise korrelatsiooni olemasolu.

Paljude uurijate andmetel kõigub kartulimugulate tärklisterade suurus 1 kuni 100 μ vahel, kusjuures domineerivateks on tärklisterad suurusega 30—60 μ (E. Parow, 1922; I. A. Vesselovski, A. J. Kameraz ja M. S. Jakovlev, 1938; I. A. Vesselovski, 1939; S. M. Prokošev, 1943). Teostatud katsetes kõikus domineerivate ja suurimate tärklisterade pikkus 12,0—76,7 μ piires. Domineerivate tärklisterade suurus

jäi aga märgatavalt väiksemaks, võrreldes eespool nimetatud autorite andmetega.

Tärklisterade suurus oleneb sordist (N. D. Danovitš ja F. R. Krönkina, 1929; I. A. Vesselovski jt., 1937). S. N. Ostanini (1940) järgi esinevad hiliste sortide mugulates suuremad tärklisterad kui varajaste sortide mugulates. I. A. Vesselovski andmed kinnitavad aga vastupidist. Käesolevas uurimises kasutatud hilisel sordil 'Jõgeva kollane' esinesid suuremad tärklisterad kui keskvalmival sordil 'Virulane', kuid nimetatud erinevus oli väike ega väljendunud igal aastal selgesti.

Sordiomaduste kõrval avaldavad tärklisterade suurusele mõju väliskeskkonna tingimused. Mitmesuguste meteoroloogiliste tingimuste mõju tärklisterade suurusele ei ole veel küllaldaselt selgitatud (S. I. Jefremov, 1958). Autori uurimised lubavad väita, et suhteliselt niiske, jahe ja lämmastikurikas turvasmuld mõjub tärklisterade suurust vähendavalt. Suhteliselt kuiv ja kõrgema temperatuuriga, K ning P poolest rikas mineraalmuld aga soodustab suuremate tärklisterade moodustumist. Ka kirjanduses leidub andmeid, et lämmastikuga väetamisel väheneb tärklisterade suurus (J. M. Uspenski ja D. A. Mozolkova, 1941). K-väetised aga suurendavad tärklisterade mõõtmeid (W. G. Burton, 1948).

Parow-Saare (O. Saare, 1897; E. Parow, 1928) klassifikatsiooni kohaselt kujunesid käesolevas uurimises 1958. a. tärklisterade fraktsioonid koristatud mugulates 100 tera kohta järgmisteks (K. Annuki määramised):

| | Mineraalmuld (Raadil) | | Turvasmuld (Toomal) | |
|------------------------------|--------------------------|---------------------|------------------------|---------------------|
| | 'Virulane' | 'Jõgeva kollane' | 'Virulane' | 'Jõgeva kollane' |
| I fraktsioon (üle 32 μ) | 19 | 24 | 3 | 6 |
| II „ (21—32 μ) | 25 | 15 | 11 | 19 |
| III „ (21—12,5 μ) | 11 | 20 | 16 | 16 |
| IV „ (alla 12,5 μ) | 45 | 41 | 70 | 59 |

Esitatud andmetest nähtub selgesti, et mineraalmullal (Raadil) kasvatatud mugulates oli I ja II fraktsioon palju suurem, III fraktsioon peaaegu niisama suur, IV fraktsioon aga palju väiksem kui turvasmullal (Toomal) kasvatatud mugulates. Turvasmullalt pärinevate mugulate tärklisterad on suuruse poolest ühtlasemad kui mineraalmullalt pärinevate mugulate tärklisterad. See on mõistetav, sest turvasmullal toimub mugulate kasv ühtlasemalt, mistõttu ka tärklisterade süntees kulgeb ühtlasemalt. Tärklisterade suuruse järgi otsustades olid turvasmullalt pärinevad mugulad suhteliselt palju nooremad kui mineraalmullalt pärinevad mugulad. Ka kirjanduses leidub andmeid, et tärklisterade

suurus oleneb mugulate valmivuse astmest. P. K. Bobkovi (1930), I. A. Vesselovski (1937, 1938), F. H. Jageri ja M. S. Jakovlevi (1939) ning K. Annuki (1959) andmetel on valminud kartulimugulates tärklisterad suuremad kui mittevalminud (varem koristatud) mugulates.

Alatiselt mineraalmullal kasvatatud sordi 'Virulane' mugulate esimesel reproduktsioonil turvasmullal (MT) oli suurimate tärklisterade pikkus väiksem kui alatiselt mineraalmullal kasvatatud mugulatel, kuid suurem kui alatiselt turvasmullal kasvatatud mugulatel. Turvasmullalt pärinevate mugulate reproduktsioonidel mineraalmullal oli suurimate tärklisterade pikkus väiksem kui alatiselt mineraalmullal kasvatatud mugulatel, kuid suurem kui alatiselt turvasmullal kasvatatud mugulatel. Üheaastane turvasmullal kasvatamine (MTM) sordi 'Jõgeva kollane' puhul mõjus suurimate tärklisterade pikkusele positiivselt, viimaste pikkus ületas kõigi teiste variantide vastava suuruse.

Mineraalmullalt saadud mõlemate sortide mugulates esines positiivne korrelatsioon suurimate tärklisterade pikkuse ja tärklisesisalduse vahel (välja arvatud 1958. a. katsetulemused). Turvasmullalt saadud mõlemate sortide mugulates esines enamasti negatiivne korrelatsioon suurimate tärklisterade pikkuse ja tärklisesisalduse vahel (välja arvatud sordi 'Jõgeva kollane' 1956. a. ja sordi 'Virulane' 1958. a. andmed). Kirjanduses leidub sellise suhte kohta mitmesuguseid arvamusi. K. Annuki (1959) andmetel esineb seos tärklisterade suuruse ja tärklisesisalduse vahel. J. M. Uspenski ja D. A. Mozolkova (1941) ning B. I. Stepanenko ja J. L. Rosenfeld jt. (1951) aga eitavad niisuguse seose esinemist. K. Mülleri ja R. Lehmanni (1926), J. M. Uspenski ja D. A. Mozolkova (1941) järgi esineb korrelatsioon keskmise suurusega tärklisterade ja mugulate suuruse vahel.

Saadud katseandmetest selgub, et mineraalmullalt pärinevate mugulate tärklisterade keskmine pikkus ületas märgatavalt turvasmullalt saadud mugulate nimetatud näitaja. Samuti esines mineraalmullalt pärinevatel katsevariantidel suurem mugula keskmine kaal, võrreldes turvasmullalt pärinevate mugulatega. Teostatud katsetes esines positiivne korrelatsioon tärklisterade ja mugulate keskmise suuruse vahel. Seega kinnitavad saadud tulemused eespool nimetatud autorite andmeid.

Kõike kokku võttes võib märkida, et erinevad kasvutingimused avaldavad võrdlemisi suurt mõju kartulimugulate morfoloogilisele ja anatoomilisele ehitusele. Kasvukoha otstarbekohase vaheldusega kaasnevad muutused tõstavad kartuli reproduktsioonivõimet.

Järeldused

1. Kartulisortidel 'Virulane' ja 'Jõgeva kollane' on mugula kui elusorgani morfoloogiline ja anatoomiline ehitus omavahel korrelatsioonis ning teataval määral ka reproduktsioonivõime viimastega kausaalses korrelatsioonis.

2. Positiivne korrelatsioon nii mineraal- kui ka turvasmullal kasvatatud mugulatel esineb: a) silmade asetuse, peridermi pakuse ja puhkeperioodi kestuse vahel, b) mugula keskmise raskuse ja tärglisterade keskmise suuruse vahel, c) mugula valmivusastme ja tärglisterade suuruse vahel, d) pinnaühikul esinevate lõvede arvu ja haigete mugulate protsendi vahel, e) silmade piirkonnas esineva lipoidide sisalduse ja mugulate puhkeperioodi kestuse vahel.

3. Negatiivne korrelatsioon esineb lõvede arvu ja mugulate puhkeperioodi kestuse vahel. Suurimate tärglisterade pikkuse ja tärgklisesisalduse vahel esineb turvasmullal negatiivne, mineraalmullal enamasti positiivne korrelatsioon.

4. Kasvukoha mikrokliima ja mullastiku tingimused avaldavad tähelepanuväärset mõju kartulimugulate morfoloogilisele ja anatoomilisele ehitusele, kusjuures mõju suurus oleneb sellest, mitme generatsiooni vältel kartulit ühtedes või teistes tingimustes kasvatatakse.

5. Alatiselt mineraalmullal (kerge liivsavi), suhteliselt õhuvaeses, kõrge temperatuuriga, PK-rikkas ja N-vaeses keskkonnas kasvatatud mugulatel on suurem keskmine raskus, rohkem lõvesid, õhem periderm, suuremad tärglisterad ja kõrgem tärgklisesisaldus, võrreldes alatiselt turvasmullal (madalsool), enam-vähem vastandlikes tingimustes kasvatatud mugulatega.

6. Turvasmulla erinevate omaduste ning lühikese ja sooja külmavaba perioodi tõttu kasvavad mugulad kiiresti. Ühtlaselt kiire kasvu tingimustes moodustub mugula stolonipoolses otsas suhteliselt rohkem silmi, mis on stadiaalselt nooremad ja suurema vastupanuvõimega ebasoodsate välistingimuste suhtes, võrreldes tipmiste silmadega. Mugulad jäävad füsioloogiliselt nooremaks ja on pikema puhkeperioodiga kui alatiselt mineraalmullal kasvatatud mugulad. Alatine turvasmullal kasvatamine põhjustab kartulil üldist füsioloogilist depressiooni, mistõttu suhteliselt headeks osutunud morfoloogilised ja anatoomilised tunnused ei avaldu ning reproduktsioonivõime langeb.

7. Turvasmullalt mineraalmullale viidud sordi 'Virulane' mugulate reproduktsioonidel on paksem periderm, suhteliselt rohkem stolonipoolseid silmi, väiksemad tärglisterad ja mugulad väljuvad ajaliselt hiljem puhkeseisundist, võrreldes alatiselt mineraalmullal kasvatatud mugulatega.

8. Mineraalmullalt turvasmullale viidud sordi 'Virulane' mugulate kolmel esimesel reproduktsioonil on pinnaühikul rohkem lõvesid, õhem periderm, suhteliselt rohkem stolonipoolseid silmi

ja suuremad tärklisterad, võrreldes alatiselt turvasmullal kasvatatud mugulatega. Neljandal reproduktioonil ei ole mugulate päritolust tingitud muutused morfoloogilises ja anatoomilises ehituses enam täheldatavad.

9. Üks aasta turvasmullal kasvatatud mugulate esimesel reproduktioonil mineraalmullal on pinnaühikul vähem lõvesid kui mineraalmullal kasvatatud mugulatel. Teise reproduktiooni mugulatel pinnaühikul olevate lõvede arv võrdustub alatiselt mineraalmullal kasvatatud mugulate lõvede arvuga. Silmi on aga vähem ja neid on suhteliselt rohkem stolonipoolses otsas. Nimetatud variandi mugulad omavad paksemat peridermi, kõrgemat tärkliisesisaldust ja suuremat keskmist raskust, võrreldes alatiselt mineraal- ja turvasmullal, samuti mitmesugustes vahelduskombinatsioonides kasvatatud mugulate samade näitajatega.

10. Mineraalmullal, kus kartulikasvatus põhiliselt toimub, osutuvad seemnekartuli seisukohalt kasulikuks: a) väiksem lõvede arv pinnaühikul, paksem periderm ja suurem lipiidide sisaldus silmade piirkonnas, mis hoiavad mugulad kauem puhkeseisundis ning suurendavad haiguskindlust, b) stadiaalselt nooremate kui ebasoodsatele kasvutingimustele suurema vastupanuvõimega silmade rohkenemine stolonipoolsel otsal, c) füsioloogiliselt nooremad mugulad, mille üheks kriteeriumiks sordi piires on väiksem keskmine raskus, madalam tärkliisesisaldus ja väiksemad tärklisterad.

Niisuguseid muutusi mugulate morfoloogilises ja anatoomilises ehituses on võimalik esile kutsuda seemnekartuli perioodilise kasvatamisega turvasmullal.

KIRJANDUS

- Appleman, C. O., 1914. Biochemical and physiological study of the rest period in the tubers of *S. tuberosum*. Maryland Agric. Exp. Sta., Bull. 183.
- Burton, W. G., 1948. The potato. London, lk. 11—140.
- Kidd, F., 1919. Laboratory experiments on the sprouting of potatoes in various gas mixtures. New. Phytol., 18, lk. 248—252.
- Kny, L., 1889. Über die Bildung des Wundperiderms an Knollen in ihrer Abhängigkeit von äusseren Einflüssen. Ber. D. Bot. Ges., 7, lk. 154.
- Lõssenko, T. D., 1949. Agrobioloogia. Tartu.
- Lutman, B. 1926. Respiration of potato tubers after injury. Bull. Torrey Bot. Club., 53, lk. 429.
- Magness, I. R., 1920. Composition of gases in intercellular spaces of apples and potatoes. Botan. Caz., v. 70, Nr. 4, lk. 308—316.
- Müller, K. und Lehmann, R., 1926. Über Stärke Korn- und Zellengröße bei der Kartoffelknolle unter besonderer Berücksichtigung der Bedeutung dieser Eigenschaften für die Stärkefabrikation. Angewandte Botanik, Bd. 8.
- Parow, E., 1928. Handbuch der Stärkefabrikation. Berlin.
- Rösa, I., 1923. Abbreviation of the dormant period in potato tuber. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 20, lk. 180.
- Saare, O., 1897. Die Fabrikation der Kartoffelstärke. Berlin.

- Sawyer, R. L. and Smith, O., 1955. A study of the oxygen-periderm relationship in potato tubers and the effect of oxygen on the normal breaking of the restperiod. Amer. Pot. Journ., v. 32, N. 1, lk. 15—22.
- Smith, O., 1929. Effects of various treatments on the carbon dioxide and oxygen in dormant potato tubers. Hilgardia, 4, lk. 273.
- Thornton, N., 1939. Oxygen regulates the dormancy of the potato. Contr. Boyse Thomp. Inst., v. 10, N. 3, lk. 339.
- Viileberg, K., 1958. Kasvutingimuste mõjust kartuli seemne kvaliteedile Eesti NSV-s. Dissertatsioon. Tartu.
- Viileberg, L., 1960a. Kasvukoha vahelduse tagajärjel kartulis toimuvatest füsioloogilistest ja biokeemilistest muutustest ning nende mõjust mugulate seemne kvaliteedile. TRÜ Toimetised, vihik 82.
- Viileberg, L., 1960b. Kasvutingimuste vahelduse mõju kartuli redoksprotsessidele. EPA teaduslike tööde kogumik, nr. 15, lk. 145—161.
- Аннук К., 1959. О крахмале и его физических и химических показателях по сортам картофеля в Эстонской ССР. Сб. научн. тр. ЭСХА, 12. Тарту.
- Бацанов Н. С., 1952. Возделывание картофеля для семенных целей в нечерноземной полосе. Изв. ТСХА I, lk. 85—97.
- Бацанов Н. С., 1956. Влияние торфа и других удобрений на получение высокого урожая семенных клубней картофеля. Удобрение и урожай, 9, lk. 20—23.
- Бобков П. К., 1930. Оценка картофеля и крахмала по величине крахмальных зерен. Пищевая промышленность, вып. 11—12.
- Букасов С. М., 1925. К вопросу об использовании запасных веществ материнского клубня у картофеля. Изв. Гос. ин-та опытной агрономии, т. III, I.
- Булгакова З. П., 1941. Изучение периода покоя у картофеля в связи с изменениями температуры. Сов. ботаника, № 1—2.
- Веселовский И. А., 1937. Сортные различия картофеля по величине крахмальных зерен. Бюлл. ВАСХНИЛ, 3.
- Веселовский И. А., Камераз А. Я. и Яковлев М. С., 1938. За высококачественное крахмальное сырье для промышленности. Зап. Ленинград. плодоовощ. ин-та, вып. 3.
- Веселовский И. А. 1939a. Биохимические и анатомические показатели крахмала различных форм картофеля и их значение для промышленности. Докл. ВАСХНИЛ, 5—6.
- Веселовский И. А., 1939b. Биохимические и анатомические показатели крахмала. Хлопчатобумажная промышленность, 5.
- Генкель П. А., 1948. Устойчивость растений к засухе и пути ее повышения. Тр. ИФР, т. V, вып. 1.
- Глушенко И. Е. 1944. Значение кожицы у свежесобранных клубней для прохождения периода покоя. Докл. ВАСХНИЛ, вып. 4.
- Данович Н. Д. и Крынкина Ф. Р., 1929. К сравнительной анатомии вегетативных органов некоторых ранних, средних и поздних сортов картофеля. Тр. Белорусск. ин-та сельского и лесного хоз-ва им. Ленина, т. 16, вып. 1.
- Ефремов С. И., 1958. Анатомия картофеля. Уч. записки Орловского гос. пед. ин-та, т. XII. Сер. естеств., вып. 4.
- Каргаполова Н. И., 1937. Анатомические особенности различных по устойчивости к фитофторе сортов и видов картофеля. Иммунитет с.-х. растений к болезням и вредителям. Тр. по прикл. бот., ген. и селекции. Серия 2, II, Л.
- Лысенко Т. Д., 1935. Проращивание молодого картофеля (к постановке массовых опытов). Изд. селек. генет. ин-та. Одесса.
- Лысенко Т. Д., 1943. Работы в дни Великой Отечественной войны. Сельхозгиз, lk. 98.
- Мокеева Е. А., 1956. Пробкообразование у картофельного клубня в связи с развитием его и ранениями. Бот. журн., т. 41, II.

- Окнина Е. З., 1948. О плазмодесмах в растительных клетках, находящихся в состоянии покоя. Докл. АН СССР, т. 62, 5.
- Останин С. Н., 1940. Биохимическая характеристика крахмала новых видов и сортов картофеля. Докл. ВАСХНИЛ, вып. 2.
- Прокошев С. М., 1943. О ранних реакциях клубней картофеля. Биохимия, вып. 2—3.
- Прокошев С. М., 1947. Биохимия картофеля. М.—Л.
- Сатарова Н. А., 1950. Некоторые особенности протоплазмы клеток клубня картофеля и корневых каучуконосов в состоянии покоя. Тр. ин-та физиол. раст. им. Тимирязева, т. VII, вып. 1.
- Сатарова Н. А., 1955. К вопросу о содержании аминокислот в свежесобранных клубнях картофеля при нарушении покоя. Физиол. раст., т. 2, вып. 6.
- Соколова Н. Ф., 1945. Изменения степени проницаемости кожуры клубней картофеля в процессе их развития. Докл. ВАСХНИЛ, вып. 4—5.
- Степаненко Б. И., Розенфельд Е. Л. и др., 1951. О крахмале и его образовании в картофеле. Усп. совр. биологии, т. 32, вып. 2 (5).
- Тер-Саакян Т. С., 1941. Новый метод снятия периода покоя у свежесобранных клубней картофеля. Докл. АН СССР, т. 31, 2.
- Трофимовская Л. К., 1939. Влияние минеральных удобрений на анатомические особенности картофеля и его хранение. Зап. Харьковского с.-х. ин-та, т. XVII, вып. 1.
- Успенский Е. М., 1937. Анатомо-морфологическая характеристика картофеля растения. В кн.: Картофель (Сб. ИКХ). М.
- Успенский Е. М. и Мозолькова Д. А., 1941. К вопросу оценки качества картофеля по крупности зерна крахмала безмикроскопным методом. Сборник работ по культуре картофеля и кукурузы в зонах крахм.-паточной промышленности. Научно-иссл. ин-т крахмально-паточной пром., М.
- Хашев Ц. М., 1959. Изучение глубины периода покоя клубней картофеля двурождных сортов. Автореферат. Л.
- Челядинова А. И., 1947а. Продолжительность периода покоя и изменение проницаемости кожуры у клубней картофеля. Рефераты научно-исследоват. работ за 1945 г. Отдел биол. наук АН СССР, М.—Л.
- Челядинова А. И., 1947б. Чечевички как регуляторы газообмена у клубней картофеля. Рефераты научно-исследоват. работ за 1945 г. Отдел биол. наук АН СССР, М.—Л.
- Яблонский Е. А., 1958. Анатомо-физиологическое изучение клубней картофеля в процессе развития и хранения. Автореферат. Л.
- Ягер Ф. Х. и Яковлев М. С., 1939. О состоянии крахмала картофеля на различных стадиях созревания клубня. Докл. АН СССР, т. XXIII, 5.

О МОРФОЛОГИЧЕСКИХ И АНАТОМИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЯХ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ В СВЯЗИ С ЧЕРЕДОВАНИЕМ УСЛОВИЙ ЕГО ВЫРАЩИВАНИЯ

Л. Вийлеберг

Резюме

В период 1956—1958 гг. автором проводилось изучение влияния чередования места выращивания картофеля с использованием торфяной и минеральной почв на морфологические и анатомические признаки клубней. Для опытов брались клубни сортов картофеля 'Вирулане' и 'Йыгева коллане'. Клубни указанных сортов происхождения с минеральной почвы (легкий

подзолистый суглинок) в течение от одного до четырех лет выращивались на торфяной почве низинного типа, а также обмен посадочного материала производился в обратной комбинации. Кроме того, прослеживалось последствие от одногодичного выращивания клубней на торфяной почве. В качестве контроля использовались клубни, которые постоянно выращивались на тех же почвенных разностях.

Проведенными опытами выяснено, что чередование условий выращивания картофеля оказывает значительное влияние на морфологические и анатомические свойства клубней, а также на их репродуктивную способность.

Основные результаты исследования приведены в виде следующих выводов:

1. У изученных сортов картофеля 'Вирулане' и 'Йыгева коллане' наблюдается определенная зависимость между особенностями анатомо-морфологического строения клубней, их физиологическим состоянием и урожайностью.

2. Выявлено наличие положительной корреляции у клубней при их выращивании на минеральной и торфяной почвах, также и в обменных комбинациях, между следующими показателями: 1) расположением глазков, толщиной перидермы и продолжительностью периода покоя; 2) средним весом клубней и средним размером крахмальных зерен; 3) степенью спелости клубней и размером крахмальных зерен; 4) количеством чечевичек на единицу поверхности и процентом больных клубней; 5) содержанием липоидов в основании глазков и продолжительностью периода покоя клубней. Отрицательная корреляция отмечена между количеством чечевичек и продолжительностью периода покоя клубней. Между средней длиной крахмальных зерен самой крупной фракции и содержанием крахмала в клубнях при выращивании их на торфяной почве наблюдается отрицательная корреляция, а при выращивании на минеральной почве в большинстве случаев проявляется положительная корреляция.

3. Почвенные и микроклиматические условия места выращивания оказывают заметное влияние на морфологические и анатомические особенности строения клубней, причем степень выраженности влияния зависит от продолжительности выращивания картофеля в данных условиях.

4. При постоянном выращивании картофеля на легком подзолистом суглинке, отличающемся от торфяной почвы меньшим содержанием азота и воздуха, а также лучшей обеспеченностью фосфором и калием и более высокой температурой, формируются клубни, превосходящие клубни с торфяной почвы средним весом, количеством чечевичек на единицу поверхности, размером крахмальных зерен и крахмалистостью и уступающие им по толщине перидермы.

5. На торфяных почвах в связи с их лучшей обеспеченностью азотом, влагой и воздухом, и свойственного им более равномер-

ного температурного режима и короткого безморозного периода создаются условия для более быстрого и равномерного роста клубней. Быстрый и равномерный рост клубней обеспечивает и более равномерное распределение глазков на их поверхности, вследствие чего у таких клубней формируется больше физиологически полноценных (стадийно более молодых) глазков. Клубни остаются физиологически более молодыми и в период хранения позднее выходят из состояния покоя по сравнению с клубнями, постоянно выращиваемыми на минеральной почве. Однако постоянное выращивание картофеля на торфяной почве обуславливает снижение жизнеспособности клубней, вследствие чего, несмотря на сравнительно хорошие морфологические и анатомические признаки, снижается их репродуктивная способность.

6. У клубней сорта 'Вирулане' первого года репродукции на минеральной почве наблюдается утолщение перидермы, более равномерное распределение глазков, удлинение продолжительности периода покоя, уменьшение размера крахмальных зерен по сравнению с клубнями, продолжительно выращиваемых на минеральной почве.

7. Клубни картофеля сорта 'Вирулане', перенесенные с минеральной почвы на торфяную, в течение первых трех репродукций приобретают новые, а также сохраняют часть свойственных им на прежнем месте выращивания анатомо-морфологических особенностей: большее количество чечевичек на единицу поверхности, меньшую толщину перидермы, более равномерное распределение глазков и большую величину крахмальных зерен по сравнению с клубнями, происходящими с торфяной почвы.

8. Клубни первого года репродукции на минеральной почве от посадочного материала, в течение года выращиваемого на торфяной почве, имеют меньше чечевичек по сравнению с клубнями, продолжительно выращиваемыми на минеральной почве; на втором году выращивания различия по данному признаку исчезают. Количество глазков, однако, у первых клубней остается меньшим, и сохраняется большая равномерность в их распределении. Клубни данного варианта опыта отличались самой высокой крахмалистостью, толщиной перидермы и средним весом.

9. Для минеральной почвы лучшими семенными качествами обладают клубни, которым свойственны следующие особенности: 1) уменьшение количества чечевичек на единицу поверхности, утолщение перидермы и увеличение содержания липоидов в основании глазков, что способствует лучшей лежкости клубней и меньшей их заболеваемости; 2) на поверхности клубней более равномерное распределение глазков, вследствие чего увеличивается количество стадийно более молодых (физиологически полноценных) глазков; 3) усиление жизнеспособности клубней, при которой они остаются физиологически более молодыми и характеризуются несколько сниженными показателями в отношении

среднего веса, крахмалистости и размеров крахмальных зерен.

В указанном направлении изменения в морфологическом и анатомическом строении клубней наиболее отчетливо проявляются при периодическом выращивании картофеля на торфяной почве.

VERÄNDERUNGEN IN DER MORPHOLOGIE UND ANATOMIE DER KARTOFFELKNOLLEN DURCH WECHSELN DER ANBAUBEDINGUNGEN

L. Viileberg

Zusammenfassung

Das Wechseln der Anbaubedingungen hat großen Einfluß auf die morphologische und anatomische Struktur der Kartoffelknollen und bedingt dadurch auch deren Reproduktionsfähigkeit.

Auf Mineralboden, dem Hauptanbauggebiet der Kartoffel angebaute Kartoffeln zeigen folgende Eigenschaften als besonders günstig für Saatkartoffeln: a) eine verhältnismäßig kleine Zahl von Poren je Oberflächeneinheit der Knolle, eine dickere Peridermschicht und ein größerer Gehalt an Lipoiden in der Augengegend, wodurch die Ruheperiode der Knollen länger und ihre Krankheitsresistenz größer ist, b) zeitlich jüngere und für ungünstige Wachstumsbedingungen widerstandsfähigere Augen am Stolonende, c) physiologisch jüngere Knollen, wofür als Kriterium innerhalb einer Sorte ein kleineres Durchschnittsalter, niedriger Stärkegehalt und kleinere Stärkekörner gelten können.

Die erwähnten Veränderungen in der morphologischen und anatomischen Struktur der Knollen können durch periodischen Anbau der Saatkartoffeln auf Moorboden herbeigeführt werden.

LEOTAMISLAHUSTE JA NISUTERISTE VASTASTIKUSEST MÕJUST KÜLVISE LEOTAMISEL

L. Sarapuu

Viimasel ajal uuritakse intensiivselt külvisse töötlemise mõju põllukultuuride saagile (Butkevits, 1959). Külvisse töötlemist boorhappelahuses soovitatakse kasutada praktikas (Školnik ja Makarova, 1957). Autori (Sarapuu, 1960) poolt uuriti mitme aasta jooksul külvisse boorhappelahuses leotamise mõju suvinisu 'Diamant' saagile Eesti NSV tingimustes. Selgus, et saagi suurenemise põhjustab peamiselt boorhappe teatud määral mittehariliku doosi stimuleeriv mõju. Samadel põhjustel suurendab taimele saaki ka külvisse leotamine destilleeritud vees.

Rõhutatakse (Školnik ja Makarova, 1957), et külvisse töötlemise ajal toimuvad olulised muutused teriste embrüonaalsetes kudedes. Et paremini ette näha külvisse töötlemise tulemusi, selleks on vaja sügavamalt uurida, missugused muutused toimuvad seemnetes nende töötlemise ajal.

Käesolevas artiklis püütakse selgitada, missugust mõju avaldavad erinevad leotamislahused teriste adsorptsioonivõimele ja veeimemise intensiivsusele ning idandite hingamisintensiivsusele. Peale selle jälgitakse elektrolüütide eksosmoosi ja teriste mõju leotamislahuse pH-le.

Seemnete mõjustamiseks püüti kasutada võimalikult erinevaid keskkondi. Autori (Sarapuu, 1960) poolt varem teostatud põldkatsete tulemustest lähtudes kasutati teriste leotamiseks boorhappelahust, destilleeritud vett ja mõnedes katsetes ka märgpuhist germisaani $[\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_3 \cdot (\text{ONa})\text{HgCN}]$. Ka boorhappe ja germisaani doosid valiti varem saadud katsetulemuste põhjal. Seemnete ja lahuse vahekord oli 1 : 3. Katsed teostati suvinisu 'Diamant' teristega kolmes korduses. Igaks korduseks võeti 100 terist.

Kirjanduse andmetest (Burström, 1954; Sabinin, 1955) on teada, et väliskeskkonna ionide ja taimekudede vastastikune mõju algab ionide adsorptsiooniga. Ioonide adsorptsioon taimekudede poolt on väga sõltuv selle keskkonna ionide koosseisust, kust toimub adsorptsioon. Keskkonnas esinevad ioonid võivad omavahelise

vastastikuse mõju tõttu avaldada aditiivset, sünergeetilist ja antagonistlikku mõju (Sabinin, 1955). Kõige suurem tähtsus on külalise leotamisel ionide antagonismi nähtusel. Viimane avaldub selles, et ühesuguse laenguga ionid segavad adsorptsioonil üksteist. Seepärast avaldavad mitmesuguste ionide segust koosnevad lahused taimekudedele nõrgemat mõju kui üksikioonid.

Katioonid ja anioonid seotakse protoplasma valkude poolt labiilselt, mille tõttu nad võivad edaspidi adsorbeeruda raku-mahla. Niisama kergesti võivad labiilsed ionid alluda vahetus-adsorptsioonile välislahuse ionide vastu. Taimekudede töötlemisel ühe aine ionidega võib nendega peaaegu täielikult asendada kõik ionid, mis asuvad protoplasmas labiilses olekus (Sabinin, 1955). Et ionid etendavad protoplasma omadustes tähtsat osa, siis põhjustab teatudiooni domineerimine protoplasmas olulisi muutusi, millest omakorda sõltuvad taime biokeemilis-füsioloogiliste protsesside suund ja intensiivsus.

Toodud seisukohtadest lähtudes võeti katsesse ka tiigivesi, kus ionid on omavahel enam-vähem tasakaalustatud. Paljude ionide (Ca^{++} , K^+ , Na^+ jt.) antagonistliku mõju tõttu ei avalda tiigivesi seemnete idanemiseks hariliku keskkonnana stimuleerivat mõju.

Adsorptsioonivõime uurimisel on üheks levinenumaks meetodiks värvainete sidumise jälgimine. Värvainetest kasutati metüleensinist (1 : 10 000). Värvaine lahuse ekstinktsioon (optiline tihedus) tehti kindlaks elektrofotokolorimeetriga (FEK-2M) 5 ja 30 min. ning 5 tunni ja 24 tunni järel. Metüleensinise ekstinktsiooni määramisel kasutati punast filtrit.

Andmed erinevate leotamislahuste mõju kohta teriste adsorptsioonivõimele värvainete suhtes on esitatud tabelis 1.

Tabel 1

Metüleensinise kontsentratsiooni muutumine teriste leotamisel
(ekstinktsioon %-des)

| Leotamislahus | Lahuse alg-konts. | 5 min | 30 min. | 5 tundi | 24 tundi | Teristeta värvilah. muutus (24 tundi) | Teriste poolt põhj. muutus (24 tundi) |
|------------------------------------|-------------------|-------|---------|---------|----------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| Tiigivesi | 88,2 | 87,5 | 86,1 | 69,0 | 43,6 | 85,0 | 41,4 |
| Destill. vesi | 84,0 | 82,0 | 81,0 | 51,0 | 38,8 | 84,0 | 45,2 |
| H_3BO_3 (200 mg/l) | 84,0 | 81,0 | 79,2 | 55,9 | 38,2 | 84,0 | 45,8 |
| Germisaan (100 mg/l) | 88,8 | 86,2 | 82,2 | 48,5 | 20,0 | 85,6 | 65,6 |

Saadud andmete järgi toimub teriste leotamisel germisaani- ja H_3BO_3 -lahuses ning destilleeritud vees adsorptsioonivõime muutumine. See põhjustab omakorda värvilahuse ekstinktsiooni muutumise. Kõige rohkem soodustab värvilahuse adsorptsiooni germisaanilahus. Sellele järgnevad H_3BO_3 -lahus ja destilleeritud

vesi. Tiigivee mõjul on värvaine adsorptsioon kõige väiksem. Viimane on seletatav ionide antagonistliku mõjuga, mis germisaani- ja boorhappelahuses avaldub nõrgalt. Adsorptsioonivõime suurenemine germisaani- ja boorhappelahuse mõjul on küllalt tähtis, sest sellest sõltub toitainete omastamine taimede poolt.

M. J. Školniku ja N. A. Makarova (1957) järgi avaldavad mikroelemendid mõju protoplasma füüsikalis-keemilistele omadustele, millest omakorda sõltub taimede edaspidine kasv ja saak. N. A. Maksimovi (1952) ja N. G. Vassiljeva (1953) järgi osutab elektrolüütide eksosmoos muutustele protoplasma kolloidkeemilistes omadustes. H. Kaho (1933) näitab, et vette asetatud taimeosadest on elektrolüütide eksosmoos tavaliselt kõige suurem leotamise alguses ja langeb tunduvalt juba järgnevatel tundidel.

Teristest väljunud elektrolüüdid tehti kindlaks lahuse elektri-juhtivuse põhimõttel Kohlrauschi silla abil 20° C temperatuuril. Et eri katsetes väljunud elektrolüütide hulki oleks kergem omavahel võrrelda, selleks arvutati leitud elektrolüütide hulgast maha lahuste elektrolüütide esialgne hulk.

Tabel 2

Elektrolüütide eksosmoos (mg/l/min.) teriste leotamisel

| Eksposits. aeg | Tiigivesi | Bidestil- leeritud vesi | H ₃ BO ₃ (200 mg/l) | H ₃ BO ₃ (600 mg/l) |
|-------------------|-----------|----------------------------|--|--|
| 0— 5 | 2,19 | 2,38 | 1,62 | 1,97 |
| 5— 10 | 1,39 | 1,55 | 1,14 | 1,45 |
| 10— 15 | 1,14 | 1,26 | 0,83 | 0,96 |
| 15— 30 | 0,63 | 0,70 | 0,50 | 0,59 |
| 30— 60 | 0,67 | 0,75 | 0,55 | 0,65 |
| 60— 90 | 0,72 | 0,80 | 0,55 | 0,67 |
| 90—150 | 0,37 | 0,42 | 0,29 | 0,36 |
| 150—210 | 0,37 | 0,44 | 0,33 | 0,36 |
| 210—270 | 0,37 | 0,44 | 0,33 | 0,41 |

Saadud andmete põhjal (tab. 2) toimub elektrolüütide eksosmoos kõige intensiivsemalt leotamise algul, mis kinnitab H. Kaho (1933) poolt saadud andmeid. Kõige rohkem väljub elektrolüüte bidestilleeritud vette. Järgmisel kohal on kontrolliks võetud tiigivesi. Viimasele on üsna lähedane boorhappe 600 mg/l mõju. Kõige vähem väljub elektrolüüte boorhappelahusesse 200 mg/l.

Elektrolüütide eksosmoosi määramine näitab, et teriste leotamise käigus toimub lahuse ja teriste vahel tugev ionide vahetus.

Ionide adsorptsioon ja elektrolüütide eksosmoos põhjustavad leotamislahuse pH muutumise. V. Ulehla (1928) jõuab järeldusele, et leotamislahuse pH jääb antud konkreetsetes tingimustes püsima igale koele iseloomulikule kõrgusele. Väga lahjades lahustes on pH muutumine üldiselt tähtsusetu (Talts, 1947).

Leotamislahuste pH muutumise andmed, mis määrati potentiomeetriliselt, on toodud tabelis 3.

Tabel 3

Leotamislahuse pH muutumine teriste leotamisel

| Leotamislahus | Alglahuse pH | 5 min. | 10 min. | 30 min. | 24 tundi | Teriste poolt põhjustatud muutus (24 tundi) |
|---|-----------------|--------|---------|---------|----------|--|
| Tiigivesi | 6,00 | 6,21 | 6,29 | 6,01 | 6,25 | 0,25 |
| Destill. vesi | 7,05 | 6,50 | 6,29 | 6,49 | 6,69 | —0,36 |
| H ₃ BO ₃ (200 mg/l) | 6,60 | 6,45 | 6,25 | 6,20 | 6,05 | —0,55 |
| Germisaan (100 mg/l) | 7,15 | 6,75 | 6,68 | 6,45 | 5,75 | —1,40 |

Saadud tulemused näitavad, et leotamislahuste reaktsioon muutub külvis leotamise käigus happelisemaks, välja arvatud kontrolliks võetud tiigivesi. H₃BO₃ ja germisaani mõjul on pH langus suurem, mis on kooskõlas S. A. Glückmanni (1929—1930) poolt saadud andmetega. Antud katsetes tuleb arvestada, et H₃BO₃ on nõrk hape. Leotamise ajal toimub lahuse ja teriste vahel ionide vahetus, mis omakorda põhjustab pH muutuse.

Veesisalduse tõus teristes on peamiseks tõukeks, mis vallandab idanemisele viivate muutuste ahela. Seetõttu teriste veeimise intensiivsuse on üks seemnetes toimuvate füsioloogiliste protsesside aktiivsuse näitajaid. Teriste veeimise intensiivsuse määramiseks erinevatest leotamislahustest leotati neid tiigi- ja destilleeritud vees ning boorhappelahuses. Pärast ekspositsiooni-aja möödumist terised kuivatati 10 min. jooksul filterpaberil ja kaaluti.

Kirjanduse andmete (Port, 1932) järgi kiirendavad mineraal-soolad (KBr, KNO₃, LiCl, MgCl₂ jpt.) seemnete veeimise intensiivsust. Ka destilleeritud veest toimus veeimimine intensiivsemalt kui kraaniveest. Kõige aeglasemalt toimus veeimimine tasakaalustatud Knopi toitelahusest.

Nisuteriste veeimise intensiivsuse kohta saadud andmetest (tab. 4) on näha, et see toimub eriti intensiivselt leotamise algul ja aeglustub hiljem. Veeimise intensiivsus on esimese 10 min. jooksul kõige suurem H₃BO₃-lahusest. Sellele järgneb destilleeritud vesi ja lõpuks tiigivesi. Vesi seotakse algul biokolloidide pundumisel tekkiva imemisjõuga. Järelikult H₃BO₃ avaldab soodsat mõju biokolloidide paisumisele.

Kaasaja uurimiste (Sabinin, 1955 jt.) kohaselt on ionide neelamine taimekoe poolt aktiivne protsess, mis on tihedalt seotud kudedes toimuvate füsioloogiliste protsessidega, eriti hingami-

Nisuteriste veeimemise intensiivsus

| Eksposits. kestus (min.) | Tiigivesi | | Destill. vesi | | H ₃ BO ₃ (200 mg/l) | |
|--------------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|---|-----------------------|
| | Imetud vee hulk (g) | %-des alg- kaalust | Imetud vee hulk (g) | %-des alg- kaalust | Imetud vee hulk (g) | %-des alg- kaalust |
| 10 | 0,17 | 5,72 | 0,20 | 6,20 | 0,21 | 6,94 |
| 10 | 0,04 | 1,31 | 0,07 | 2,18 | 0,05 | 1,69 |
| 10 | 0,07 | 2,34 | 0,06 | 1,84 | 0,06 | 1,88 |
| 20 | 0,06 | 2,18 | 0,07 | 2,28 | 0,07 | 2,41 |
| 30 | 0,09 | 3,01 | 0,10 | 3,26 | 0,11 | 3,50 |
| 60 | 0,13 | 4,38 | 0,12 | 3,82 | 0,09 | 3,01 |
| 1140 | 0,78 | 26,21 | 0,84 | 26,43 | 0,84 | 27,64 |
| Kokku | 1,34 | 45,15 | 1,46 | 46,01 | 1,43 | 47,07 |

sega. Hingamisel vabanev energia on vajalik katioonide ja anioonide omastamiseks. Peale selle on hingamine nähtavasti vajalik ülekandja moodustumiseks, mille abil ioonid liiguvad läbi vabadele sooladele läbimatute protoplasma kilede. Arvatakse (James, 1956), et ionide akseptoriteks on hingamise vaheproduktid.

Idandite hingamisintensiivsust määrati kahe meetodi abil: hingamiseks kasutatud kuivaine järgi ja idandite poolt eraldatud CO₂ hulga järgi. Hingamise määramiseks kuivaine kao järgi leotati terised 24 tundi ja idandati Petri tassides pimedas termostaadis (20° C). Hingamisintensiivsus määrati kahe, kolme ja seitsme päeva pärast alates leotamise algusest. Teriste esialgse kuivkaalu ja katse lõpetamisel esinenud teriste ja idandite kuivkaalu erinevuse järgi leiti kuivaine kulutus hingamisel. Kolvimeetodi (Rubin, 1954) järgi teostati hingamisintensiivsuse määramist iga päev kuni viienda idanemispäevani 15° C temperatuuril.

Teriste ja idandite hingamisintensiivsuse dünaamika kuivaine kao järgi on toodud tabelis 5. Saadud andmete põhjal on hingamisintensiivsuse maksimum kolmandal päeval. Sel ajal on hingamine kõige intensiivsem boorhappe doosi 18 mg/l mõjul. Pärast seda algab hingamisintensiivsuse aeglane langus, välja arvatud pidurdava doosi (100 mg/l) mõju. Hingamise languse põhjuseks on nähtavasti endospermis lahustunud süsivesikute ärakasutamine.

Variandil H₃BO₃ doosiga 100 mg/l jätkub hingamisintensiivsuse tõus seitsmenda päevani. Teisest päevast alates on boorhappelahuses leotatud seemnete idandite hingamisintensiivsus kõrgem kui tiigivees leotatud seemnete idanditel.

Nisuteriste hingamisintensiivsus kuivaine kao järgi

| Katse variandid | Katse kestus päevades | Idanevus (%) | Hingamine | | |
|---|-----------------------|--------------|-----------------------|------------------|-------------------------|
| | | | mg-des 100 tera kohta | mg-des 1 g kohta | mg-des 1 g kohta tunnis |
| Tiigivesi | 2 | 83 | 55 | 21,14 | 0,461 |
| | 3 | 88 | 107 | 39,51 | 0,549 |
| | 7 | 95 | 205 | 78,85 | 0,469 |
| H ₃ BO ₃ (18 mg/l) | 2 | 78 | 49 | 18,26 | 0,381 |
| | 3 | 95 | 148 | 55,91 | 0,777 |
| | 7 | 99 | 253 | 97,43 | 0,580 |
| H ₃ BO ₃ (100 mg/l) | 2 | 87 | 47 | 17,24 | 0,380 |
| | 3 | 87 | 134 | 48,06 | 0,668 |
| | 7 | 98 | 305 | 111,56 | 0,669 |

Tabelis 6 on esitatud hingamisintensiivsuse dünaamika andmed, mis on saadud kolvimeetodi abil. Boorhappe doosi 18 mg/l mõjul on idandite hingamisintensiivsus kogu aeg kontrollist suurem. Veel suurem on see pidurdava doosi juures 200 mg/l. Viimase mõjul tõuseb hingamisintensiivsus neljandal ja viiendal idanemise päeval. Et sellise doosi mõjul idandite kasv pisut pidurdus, siis tuleb arvata, et kõike hingamisprotsessis vabanevat energiat ei kasutata füsioloogilistes protsessides ära. See on kooskõlas ka T. K. Suhhorukovi ja K. M. Malõsseva (1955) andmetega. Soodsat mõju idandite hingamisintensiivsusele avaldab ka germisaan. Sellel variandil on kogu aeg kõrge hingamisintensiivsus. Neljandal ja viiendal päeval erineb germisaani variant boori pidurdavalt mõjuvast variandist (200 mg/l) madalama hingamisintensiivsuse poolest. Saadud andmed on kooskõlas

Tabel 6

Hingamisintensiivsuse dünaamika nisuidandites
(mg-des 1 g kohta tunnis)

| Leotamislahus | Määramise päev | | | | |
|---|----------------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Tiigivesi | 1,14 | 1,22 | 1,19 | 1,30 | 1,38 |
| Destill. vesi | 1,21 | 1,32 | 1,19 | 1,28 | 1,34 |
| H ₃ BO ₃ (18 mg/l) | 1,26 | 1,39 | 1,28 | 1,36 | 1,43 |
| H ₃ BO ₃ (200 mg/l) | 1,30 | 1,53 | 1,48 | 1,57 | 1,60 |
| Germisaan (100 mg/l) | 1,32 | 1,63 | 1,52 | 1,36 | 1,45 |

I. K. Dagise (1956) andmetega, mille järgi teriste hingamisintensiivsus on mikroelementidega mõjustatud seemnetel teisel kuni viiendal idanemispäeval kontrollist tunduvalt kõrgem.

Saadud andmed lubavad teha järgmisi järeldusi:

1. Teriste leotamisel germisaani- ja H_3BO_3 -lahuses ning destilleeritud vees toimub võrreldes tiigiveega seemnete adsorptsioonivõime muutumine. Kõige rohkem soodustab metüleensinise adsorptsiooni germisaanilahus.

2. Leotamislahuste reaktsioon muutub teriste leotamise käigus happelisemaks, välja arvatud kontrolliks võetud tiigivesi.

3. Elektrolüüte väljub kõige rohkem bidestilleeritud vette. Boorhappelahuse mõjul väheneb elektrolüütide eksosmoos.

4. Germisaani- ja boorhappelahus suurendavad idandite hingamisintensiivsust.

5. Teriste leotamisel boorhappe- ja germisaanilahuses ning destilleeritud vees toimuvad neis muutused, millede tundmine aitab selgitada saagi suurenemise põhjusi külvise leotamise tagajärjel.

KIRJANDUS

Burström, H., 1954. Mineralstoffwechsel. Fortschr. Bot., 16, lk. 269—291.

Kaho, H., 1933. Sõehappe toimest taimeplasmale. «Eesti Loodus» 2, lk. 1—4.

Port, J., 1932. Untersuchungen über die Wirkung der Neutralsalze auf das

Keimlingswachstum bezüglich der Abhängigkeit von ihrer Konzentration.

«Acta Instituti et Horti Botanici Universitatis Tartuensis (Dorpatensis)»

3, Fasc. 1—2, Tartu, lk. 166.

Talts, J., 1947. Mõnede raskemetallisoolade ja hapete mõjust taimeplasma

kuumuskoagulsatsioonile. Eesti NSV TRÜ Botaanilised tööd, 2, lk. 30.

Ulehla, V., 1928. Die Regulation der Wasserstoffionen-Konzentration durch

Sukkulentengewebe. Protoplasma, 3, lk. 469—506.

Буткевич В. В., 1959. Приемы и условия улучшения посевного мате-

риала. Сельхозгиз, М., lk. 350.

Васильева Н. Г., 1953. Влияние высоких температур на коллоидно-хими-

ческие свойства протоплазмы растений. ДАН СССР, 88, 2.

Гликман С. А., 1929—1930. Современное состояние вопроса о стимулиро-

вании семян. Тр. по прикл. бот., ген. и селекции, 23, 2, lk. 331—256.

Дэгис И. К., 1956. Исследования по изучению влияния микроэлементов

на урожай некоторых сельскохозяйственных культур. Сб.: «Микро-

элементы в сельском хозяйстве и медицине», Изд-во АН Латв. ССР,

Рига, lk. 305—312.

Джеймс В., (James, V.) 1956. Дыхание растений. Изд-во Ин. лит., М.,

lk. 439.

Максимов Н. А., 1952. Избранные работы по засухоустойчивости и зимо-

стойкости растений, 2, lk. 255.

Рубин Б. А., 1954. Физиология растений, I. Сов. наука, М., lk. 266.

Сабинин Д. А., 1955. Физиологические основы питания растений. Изд-во

АН СССР, М., lk. 512.

Сарапуу Л., 1960. Стимуляция физиологических процессов у растений и

предпосевная обработка семян. Ученые записки ТГУ, 82, lk. 73—102.

Сухоруков Т. К. и Малышева К. М., 1955. О действии ядов на расте-

ние. Бюл. главного ботанического сада. Вып. 22, lk. 47—55.

Школьник М. Я. и Макарова Н. А. 1957. Микроэлементы в сель-

ском хозяйстве. Изд-во АН СССР, lk. 292.

О ВЗАИМОВЛИЯНИИ МЕЖДУ РАСТВОРАМИ НАМАЧИВАНИЯ И ЗЕРНОВКАМИ ПШЕНИЦЫ ПРИ ИХ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКЕ

Л. Сарапуу

Резюме

Настоящим исследованием автор стремился выяснить, какое влияние оказывают используемые для предпосевной обработки семян растворы различной концентрации борной кислоты и гермизана, а также дистиллированная вода на способность семян к адсорбции некоторых красителей, на их водопоглощающую способность и интенсивность ионного обмена, определяемого по изменениям рН и электропроводности растворов. В опытах использовались оптимальные концентрации растворов и такая продолжительность намачивания, которые в полевых опытах давали наилучшие результаты. Контролем служили семена, намачиваемые в обычной прудовой воде.

Исследование происходящих во время предпосевной обработки между семенами и растворами взаимодействий показало, что они охватывают важнейшие процессы жизнедеятельности семян. Под влиянием растворов борной кислоты и гермизана повышается адсорбционная и водопоглощающая способность семян, увеличивается трата сухого вещества на дыхание, а также проростки, выросшие из обработанных семян, обладают повышенной интенсивностью дыхания.

Реакция растворов в ходе предпосевого намачивания сдвигается в сторону уменьшения рН, за исключением прудовой воды (контроль), где рН повышается. Особенно значительное снижение рН наблюдается при использовании растворов борной кислоты и гермизана. Наименьшие изменения в электропроводности растворов были отмечены в вариантах с борной кислотой.

Полученные данные показывают, что в семенах уже во время намачивания происходят существенные изменения, обуславливающие в конечном счете усиление жизнедеятельности и повышение продуктивности выращенных из таких семян растений.

ÜBER DIE INTERAKTIONEN ZWISCHEN WEIZENKÖRNERN UND EINWEICHLÖSUNGEN

L. Sarapuu

Zusammenfassung

Das Ziel der Versuche war festzustellen, welche Wirkung destilliertes Wasser, H_3BO_3 - und Germisanlösungen auf das Adsorptions- und Wassersaugvermögen und auf die Exosmose der Elektrolyte von Getreidekörnern ausüben. Weiter wurde die Atmungsintensität der Keimlinge und die Veränderung der Wasserstoffionenkonzentration des Einweichwassers verfolgt.

Als Kontrolle diente das Einweichen der Getreidekörner im Teichwasser.

Bei der Durchführung der Versuche ging man von dem Standpunkt aus, daß während des Einweichens Veränderungen auftreten, die das Wachstum und die Ertragsfähigkeit der Pflanzen beeinflussen.

Die Vorgänge zwischen den Getreidekörnern und der Einweichflüssigkeit ließen tatsächlich beträchtliche Veränderungen in den Getreidekörnern feststellen. So vermindert das Einweichen der Getreidekörner in H_3BO_3 -Lösung die Exosmose der Elektrolyte. H_3BO_3 - und Germisanlösungen steigern das Adsorptions- und Wassersaugvermögen und den Verbrauch der Trockensubstanz der Körner und die Atmungsintensität der Keimlinge. Der pH-Wert der Einweichlösungen wird herabgesetzt, besonders gilt das für H_3BO_3 - und Germisanlösungen. Der pH-Wert des Teichwassers (Kontrolle) steigt.

Ein Vergleich mit der Kontrolle zeigte, daß H_3BO_3 - und Germisanlösungen sowie destilliertes Wasser die Prozesse, die während des Einweichens stattfinden, beschleunigen.

SISUKORD — ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|--|-----|
| A. Перк и Р. Пийр. К характеристике фаз периода покоя у древесных пород | 3 |
| A. Perk ja R. Piir. Puittaimede puhkeperioodi faaside karakteristikast. <i>Resümee</i> | 17 |
| A. Perk und R. Piir. Zur Charakteristik der Ruheperiodephasen der Holzgewächse. <i>Zusammenfassung</i> | 18 |
| A. Перк. Особенности водного режима древесных пород в связи с их морозоустойчивостью | 20 |
| A. Perk. Veerežiimi iseärasused puittaimedel seoses nende külmakindlusega. <i>Resümee</i> | 37 |
| A. Perk. Besonderheiten des Wasserhaushaltes der Holzgewächse in Verbindung mit ihrer Kälteresistenz. <i>Zusammenfassung</i> | 38 |
| J. Viil. Varuainete dünaamika õunapuul üheaastastes võrsetes | 40 |
| Ю. Вийль. Динамика запасных веществ в побегах у яблонь. <i>Резюме</i> | 55 |
| J. Viil. Die biochemischen Umsetzungen der Reservestoffe einjähriger Apfelbaumtriebe. <i>Zusammenfassung</i> | 57 |
| H. Miidla. Varuainete dünaamikast viinapuuliste (<i>Vitaceae</i> Lindl.) üheaastastes võrsetes | 59 |
| X. Мийдла. Динамика запасных веществ в однолетних побегах виноградных (<i>Vitaceae</i> Lindl.). <i>Резюме</i> | 77 |
| H. Miidla. Über die Dynamik der Reservestoffe in den einjährigen Trieben der Rebengewächse (<i>Vitaceae</i> Lindl.). <i>Zusammenfassung</i> | 78 |
| H. Miidla. Eesti NSV-s kasvatatavate viinapuude mõningatest füsioloogilistest näitajatest | 80 |
| X. Мийдла. О некоторых физиологических показателях винограда, выращиваемого в Эстонской ССР. <i>Резюме</i> | 100 |
| H. Miidla. Über einige physiologische Kennzeichen bei den in der Estnischen SSR angebauten Weinreben. <i>Zusammenfassung</i> | 101 |
| L. Viileberg. Kartulimugulate morfoloogilistest ja anatoomilistest muutustest kasvukoha vahelduse mõjul | 103 |
| Л. Вийлеберг. О морфологических и анатомических изменениях клубней картофеля в связи с чередованием условий его выращивания. <i>Резюме</i> | 118 |
| L. Viileberg. Veränderungen in der Morphologie und Anatomie der Kartoffelknollen durch Wechseln der Anbaubedingungen. <i>Zusammenfassung</i> | 121 |
| L. Sarapu. Leotamislahuste ja nisuteriste vastastikusel mõjul külvisel leotamisel | 122 |
| Л. Саралу. О взаимовлиянии между растворами намачивания и зерновками пшеницы при их предпосевной обработке. <i>Резюме</i> | 129 |
| L. Sarapu. Über die Interaktionen zwischen Weizenkörnern und Einweichlösungen. <i>Zusammenfassung</i> | 130 |

Тартуский государственный университет
Тарту, ул. Юликооли, 18

ТРУДЫ ПО БОТАНИКЕ, V

Труды по физиологии растений

На эстонском, русском и немецком языках

Toimetaja A. P e r k

Korrektorid L. B r a f m a n n ja E. U u s p ö l d

Ladumisele antud 8. IX 1960. Trükkimisele antud
23. I 1961. Paber 60 × 92, 1/16. Trükipoognaid 8,25.
Trükiarv 700. MB-00673. Tellimuse nr. 8432. Hans
Heidemanni nim. trükikoda, Tartu, Clükooli 17/19. II

Hind 58 kop.

58 kop.